独角兽的科创时代

新锐投资人的行动指南

中国工商银行投资银行部 编著

科创时代，独角兽企业如何找到新的增长点？
怎样挖掘传统行业与新兴行业中具备成长潜力与投资价值的独角兽企业？
投资人如何助力独角兽企业健康发展？

发掘中国科技创新的隐形领军企业
改变固有投资思维



中信出版集团

版权信息

书名:独角兽的科创时代：新锐投资人的行动指南

编者:中国工商银行投资银行部

ISBN:9787508698847

中信出版集团制作发行

编委会

序一

李峰
中国工商银行投资银行部总经理

2018年是金融危机之后的第十个年头。全球经济缓慢复苏，却也暗流涌动。第三次工业革命的边际贡献加速递减：20世纪80年代，IT（信息技术）爆发式增长；2000年，互联网红利几乎消耗殆尽，移动互联网接棒，开启了TMT（电信、媒体和科技）时代；2010年，社交模式从普及到成熟，流量接近枯竭，开启了消耗用户时间的新型商业模式。经济增长需要新动能，降低要素价格也只是针对存量的优化，探寻创新模式，寻找创新企业，争夺优质潜力资源才是必然的选择。

典型如美国经济，空心化已经多年，依赖居民加杠杆的经济增长模式难以彻底改变现状。十年一个周期，如无彻底改变，经济增长的脆弱性将导致又一个危机。新一届美国政府开始采取全球收缩战略，其中的核心是促使制造业回归，手段是利用税改、贸易摩擦和制造局部紧张局势降低美国国内要素价格，提升美国经济的吸引力。全球经济存量博弈，对资源的争夺已经趋于白热化，享有铸币税红利的美国利用多种手段争夺有限的资源，根本是力促美元回流，而手段则是争夺优质企业资源。

“独角兽”是优质企业的典型代表，这一概念诞生于2013年，特指数量稀少、发展极快、备受投资者追捧的创业型企业。而在资本市场中，衡量一家企业是否为独角兽，常用的标准大致有两条：一是成立不超过10年，接受过私募投资；二是企业的估值超过10亿美元。监管机构认定的独角兽常出现在四个行业，即生物科技、云计算、人工

智能和高端制造。资本市场如何服务新经济、如何服务独角兽企业上市是目前和未来的热门话题。未来资本市场将聚焦新技术、新产业、新业态、新模式企业，加强、加快优质上市资源培育，突出对BATJ（百度、阿里巴巴、腾讯、京东）类、独角兽企业的上市服务，增强服务实体经济特别是新经济的能力。

2002年，中国工商银行在国内银行同业中率先成立投资银行部，内外并重、商投互动地开展投资银行服务。成立以来，工商银行投资银行部的收入从零起步，逐步增长到2016年的186亿元，年均复合增长率约38.7%，市场占比持续保持第一，成为国内投资银行服务领域具有重要影响力和品牌效应的参与者。工商银行投资银行部不断创新产品，建立了由兼并收购顾问、股权融资顾问、债务融资顾问、财务重组顾问、直接投资业务、同业合作顾问、基础投行顾问、投行研究服务八大类、二十几项产品组成的投资银行产品体系，成为国内商业银行发展投资银行业务的范本和参照。

工商银行投资银行部一直致力于用专业的服务和创新的产品服务中国新经济，帮助中国新经济产业升级，融入全球产业链。投资银行部高度关注新经济的产业动态和趋势，在国内外拥有广泛的客户基础和专业的顾问团队，致力于帮助客户完成交易机会发掘、标的估值、相关行业和交易各方背景调查、商业谈判、交易文件审阅等方面的投融资综合金融服务。

中国工商银行投资银行部希望与新经济共同成长！

序二

阎焱
赛富基金创始管理合伙人

在过去10年里，世界经济出现了一个古典经济学难以解释的现象：人口众多的国家，比如中国、印度的经济成长速度要远远高于那些发达或不发达的小国。这个现象在世界进入移动互联网时代以后尤其明显。

如何在理论上解释这种和古典经济学理论相悖的现象？也许交易费用理论提供了最好的分析框架：移动互联网把交易费用降到趋近于零，因此传统上没有规模效益的交易在移动互联网时代忽然拥有了规模效益。这对于人口众多的国家尤其有利。这个理论分析框架可以解释为什么在移动互联网时代，人口众多的大国经济可以成长得更快。

这个理论框架同样可以解释移动互联网时代的另一个现象：独角兽企业的快速出现。2017年，世界市值前20名的互联网公司中有9个是中国公司（美国11个），而10年前中国只有两个。工商银行投资银行部新书《独角兽的科创时代》就是在此分析框架的基础上，系统分析了独角兽出现的历史机遇和原因以及出现的行业，并对未来中国最有可能出现独角兽的云计算、人工智能、生物科技和基因技术、高端制造等领域做了深入分析。这是目前国内难得一见也是唯一的一本系统分析独角兽企业的创新基因的著作。对每一个创业者、投资人、研究员来说，这都是一本不可错过的手册。

序三

李彤
高特佳投资集团执行合伙人

近年来，国内对产业升级与经济转型的号召频出，以高端制造、医疗健康、人工智能和云计算等应用为代表的新经济呼声也越发高涨。回溯其变迁历程，虽然有顶层高屋建瓴的战略指引，但人才建设与资本投入才真正焕发了其内在动力。在医疗健康产业中，生物、医学与化学等领域海外人才的回归加盟，逐步形成了产业的新势能。数年之间，BAT带头抓住了革新机遇，围绕大数据对大健康领域开启了打法创新，在世界面前上演了“互联网+”的产业升级，细胞免疫疗法与生物技术也从科研机构缓缓走到了临床一线，孕育出了众多广受瞩目的独角兽企业。新经济产业作为关系国家发展的支柱性产业，任意一隅都受到了舆论的监督与资本的解剖。社会关注度的提升一定程度上让行业难再腐蠹，但也让公众对新经济抱有更高的期待。如何真正让国人抛弃厚此薄彼的观念，华为、大疆、宁德时代都已在国际擂台上交出了它们的答卷。

以医疗健康产业为例，在“健康中国”等战略上升到国家战略层面后，医疗服务与养老、互联网、食品等行业加深了融合，“互联网+医疗健康服务”也促进和规范了大数据应用，加快了人工智能在健康领域的发展，各项措施纷纷打破了大健康视角下的新经济发展藩篱。值此机遇，大健康概念下的创新药、医疗器械和医疗服务等赛道相应涌现出了信达生物、迈瑞医疗、微医等领头羊，在资本的加持下，领头羊转身终成独角兽。放眼整个新经济领域，独角兽企业在细分市场

地位、关键竞争要素与团队实力上，通过资本方的梳理，都已形成了各自的价值逻辑。定位于行业技术或模式的颠覆者，瞄准大市场下的小目标，推出明星效应的产品服务，也已成了独角兽企业的标准配置。独角兽现象，一方面搅热了新经济，另一方面也为企业运营提供了新思路。以往更多以产业链定位为优势的发展理念逐渐消融，企业转而聚焦于特定赛道下的优势技术与渠道。在国际巨头身后亦步亦趋的模式也逐步淡化，企业开始存志于独领全球风骚的行业。中国的独角兽企业虽然有背靠国内巨大市场的后盾优势，但如何让其良性发展，已不再单单是企业自身思考的问题。无论是面对国内市场上的多方角力，还是全球市场上的群雄割据，都必须要有来自企业以外的视角参考，只有内外参照才能让企业清晰地意识到自身的缺陷与环境的变化。毕竟培育出独角兽企业仅是开始，真正的挑战在于坚持创新的姿态，只有持久的创新才能确保企业发挥与体量相称的社会价值。

新经济产业特有的技术驱动模式，决定了对其投资思维必然有别于传统产业。要辨别该领域的独角兽企业，技术捕捉能力与趋势嗅觉是考验资本合作方的重要因素。在讲求投资成效的资本运作中，如何将医疗理念、互联网业态、工业思维等知识体系纳入考量，亦是判断投资方服务能力的准绳。新经济产业的经验和资本运作经验构成了金融机构的核心竞争力，两种经验的互补才能带来契合企业的资本服务。工商银行投资银行部作为银行投行服务业界翘楚，始终致力于推动国内新经济产业升级，凭借卓越的专业顾问团队和强大的号召力，在新经济体系内，已积累了众多优质客户资源。其在资本市场上的优秀表现，为工行奠定了助推产业升级的基础。相信工行投行部未来定能继续发挥优势，助力新经济不断完善！

序四

曹军波
百度资本研究董事总经理

技术创新推动下的中国市场正呈现出惊人的增长势能！从PC（个人计算机）互联网到移动互联网，短短20年，中国已快速成为全球瞩目的网络经济强国。PC时代诞生了BATJ，移动互联时代爆发了小米、滴滴、新美大，在2017年全球市值前20的互联网公司中，中国占9个（美国为11个），而且中国企业的占比仍在不断上升。

当前的中国已经进入新一轮的创新变革周期，其中核心驱动力之一就是AI（人工智能）技术。AI技术的突破性发展得益于物联网、大数据、云计算技术的不断快速提升。AI能让机器获得人的某些能力（如视觉、听觉、语义理解等），这极大改变了很多场景下的用户交互体验，并进一步对实体经济领域的生产效率产生深远影响。

在此轮科技变革大潮中，我们应该特别关注的一点是，得益于国力全面提升下良好的综合发展环境，中国的起步非常好，是之前互联网时代所不具备的。

第一，人才优势。互联网时代中成长起来的中国科技巨头正不断加大对AI领域的投资（相关研发占自身营收的比例不断提升），特别是吸引和支持了大批全球优秀科技人才。预计未来五年中国人工智能技术水平将会整体追平美国，某些领域甚至会超越。

第二，广阔而纵深的市场。中国拥有无限的可计算的数据量，同时市场之广阔、业态场景之丰富，会让企业随着技术产品应用落地和

规模化效率提升更有竞争优势。如自动驾驶、智能制造、科技医疗等领域，中国都已实现快速迭代。

第三，商业环境非常好。互联网经济的成功，激励了社会对AI技术等相关科技领域的关注，增强了对创新的包容性，一批又一批极具企业家精神的科技人才创业者不断涌现。

第四，风险资本大力推动。国内外风险投资对中国AI市场项目进行了大量投入，进一步加速了中国相关优秀初创企业的高速成长。

第五，也是关键的一点，中国政府的政策支持力度空前，为AI等技术创新和发展提供了良好的大环境。2018年，为支持相关优质创新企业上市融资，政府快速落地并实施了CDR（中国存托凭证）相关政策，彰显政府对优秀科技驱动企业的重视和支持的决心。

综上所述，毋庸置疑，在此轮科技产业变革浪潮中，中国一定会诞生出一批伟大的创新企业。此时此刻，中国工商银行投资银行部出版的《独角兽的科创时代》，站在时代的前沿，对各核心技术驱动创新领域的发展趋势和投资逻辑进行阐释，对新变革时代进行注解，非常有意义！

感谢工行投资银行部对百度资本的认可，邀请我们参与此书的编写工作，非常有幸能同大家一起亲历这一科技驱动创新的伟大时代！

序五

简练
国投创新研究部

自2001年加入世界贸易组织以来，中国经济经过十年的高速增长，实现了举世瞩目的成就，世人称之为中国奇迹。但是，这一以数量型增长为特征的高速增长，在2008年以后就已经难以为继，从2012年下半年起，中国经济明显进入经济结构的转换期。习近平总书记在2015年11月提出了“供给侧结构性改革”，并将其作为中国经济发展的当前一个阶段的核心任务。2017年召开的党的十九大进一步明确指出，中国已经进入新时代，中国经济已经进入高质量发展阶段，需要贯彻新发展理念，建设现代化经济体系。其核心正是以供给侧结构性改革为主线，转向创新驱动的发展。

在实现创新驱动发展的过程中，我们认为具有科技含量、有较高科技门槛的产业是核心。中国的供给侧结构性改革，最需要倚重和支持的力量就是一批具有高科技实力的企业，尤其是新兴科技类中小企业。“创新”这个词，很多人都能说，然而真正理解创新，并且敢于拿出真金白银支持创新，特别是技术创新，并不是一件容易的事情。自2012年以来的很长一段时间里，围绕着什么是真正的创新，投资者支持或热捧的企业到底是不是真正的创新型企业的讨论，答案其实并不是十分清楚，也不断有假借创新之名的乱象在涌动。

在具有科技含量和门槛的产业中，我们尤为关注先进制造业及其关联产业。在过去的十年中，中国在新能源汽车产业、轨道交通产业、电子制造产业等领域取得了比较显著的成就，已经形成了一批领

军的科技企业。中国产业等正处于向全球价值链中高端迈进的关键时期，上述几个产业在很多细分领域持续延伸，正在形成若干世界级的先进制造业集群，未来10~20年将是先进制造业发展的黄金时期，也是发掘、把握其中投资机会的重要时间窗口。近两年来，股权投资界也逐渐从过去单纯的制度套利、房地产融资、二级市场资本运作、模式创新、追逐概念“风口”中走出来，出现了一批脚踏实地、钻研产业技术、尊重制造业发展规律、注重与被投企业形成长期战略联盟的新型股权投资机构，帮助一批过去长期不为舆论所关注、踏实钻研、磨砺技术的企业实现了发展，逐渐上升并占据中国经济的历史舞台。我们认为，中国经济不仅需要一批新兴的有过硬科技实力的独角兽，也需要有成千上万具有独到精专之处的中小型科技企业，组成中国的“隐形冠军”集群，支撑中国高质量发展新时代的经济生态。

我们将进一步探究创新体制，加大对早中期科技创新企业的支持。我们认为，全世界对创新有推动作用的机制，都应当为中国所效法、学习、吸收。以资本为纽带，打通产学研体系与成熟的科技企业之间的通道，形成早期项目、较成熟科技企业、风险投资等资本方多个角色互相促进、正向反馈的格局。中国制造业规模足够大，产业门类齐全，各类场景丰富，中国聪明的理工类开拓型人才足够多，进而吸引、带动的全球“中间地带”科技产业人才，足以支撑起一个既包括美国硅谷早中期模式，又包括德国、日本、意大利的下游大型制造、运营产业带动上中游隐形冠军集群的模式，还包括以色列这样拥有大批单兵作战、奇思妙想的种子期科技企业模式的庞大生态。未来的广阔天地等待我们去开拓、发掘、塑造。

当前，围绕着供给侧结构性改革能否成功，经济学界正在进行激烈的辩论。我们坚定地认为，过去十年“水大鱼大”，依靠房地产和基础设施建设拉动的数量型增长时代已经过去，必须走创新驱动发展的道路，才能实现新旧动能转换，才能带动形成中国未来经济的核心力量。这个换挡阶段，商业银行等金融机构的业务形态，也会发生相应的变动。中国银行业将转向各具专长、强调对特色领域精耕细作的

差异化竞争模式。工商银行在股权投资领域，已经成为中国最具影响力的、支持制造业和实体经济发展的商业银行力量。作为全中国分支机构最为广泛的商业银行之一，工商银行在发掘并支持中国科技创新企业，尤其是地方隐形冠军企业上，具有极强的实力，未来可期。

在此，我们对工商银行投资银行部表示真诚的感谢。我们愿意与工商银行一道，成为新时代下支持中国进步创新的力量，持续推动先进制造产业的发展壮大，共同打造中国创新驱动的未来。

第一章

什么是独角兽



第一节
大中华区独角兽分析

2017胡润大中华区[注]独角兽指数显示，大中华区独角兽企业总数达120家，整体估值总计超3万亿元。北京是独角兽企业最多的城市，占上榜企业总数的45%，其次是上海、杭州和深圳。互联网金融行业涌现了17家独角兽企业，估值总计超7 000亿元。排名前十的独角兽中有8家超级独角兽[注]企业估值都超800亿元。红杉资本成为捕获最多独角兽的投资机构，紧随其后的是腾讯和经纬中国。

从行业维度看，来自互联网服务及电子商务行业的独角兽最多，各有22家企业上榜，在14个行业中并列第一，互联网金融行业涌现出17家独角兽企业，前三大行业的独角兽占到上榜独角兽企业总数的50%以上。此外，文化娱乐、汽车交通和医疗健康也是大中华区独角兽企业较为集中的行业。中国独角兽企业的行业分布如图1－1所示，中国独角兽企业各行业所占比例如图1－2所示。

从成立时间分析（见图1－3），120家上榜的独角兽企业平均成立时间为6年，其中，成立不足3年的有15家，智能芯片企业寒武纪科技成立仅1年，是榜单中最年轻的独角兽企业。成立5~6年的独角兽企业占比最高，达35%，合计42家。

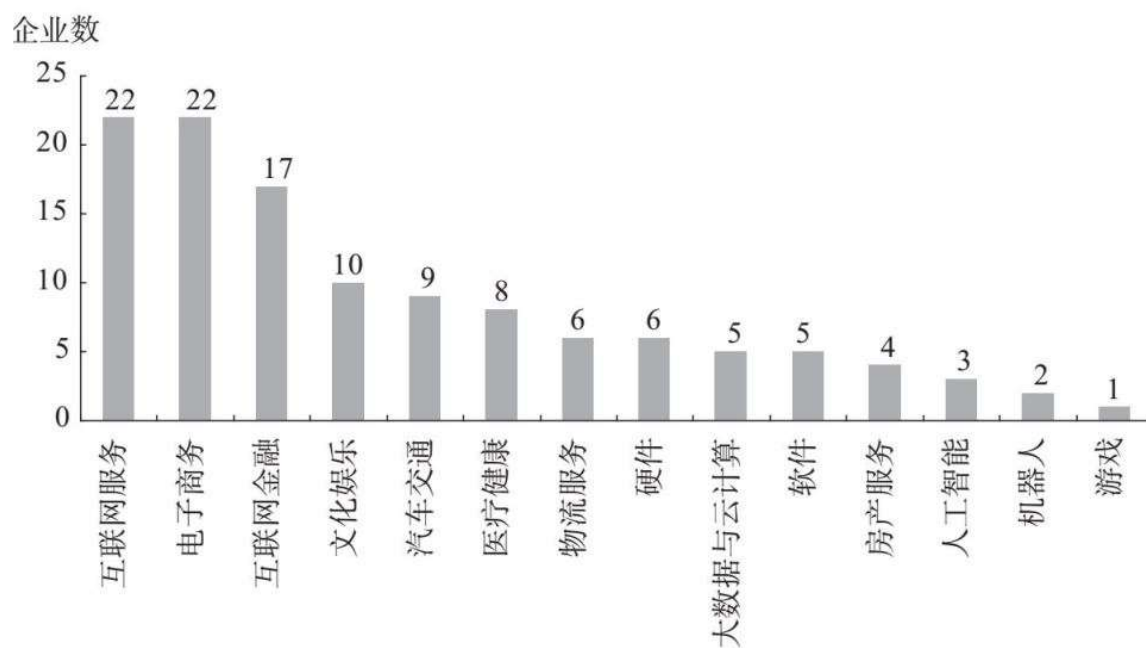


图1–1 中国独角兽企业的行业分布

资料来源：胡润研究院，工行投行研究中心。

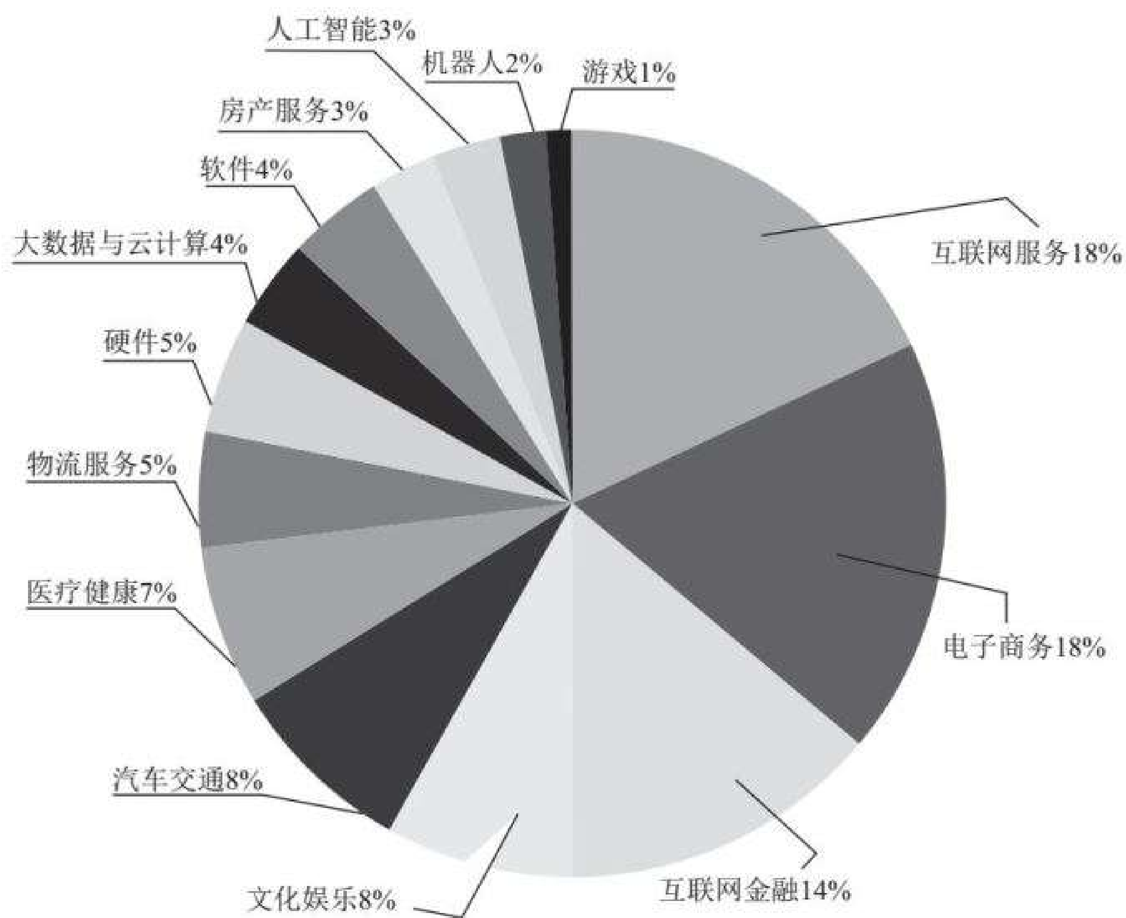


图1–2 中国独角兽企业各行业所占比例

资料来源：胡润研究院，工行投行研究中心。

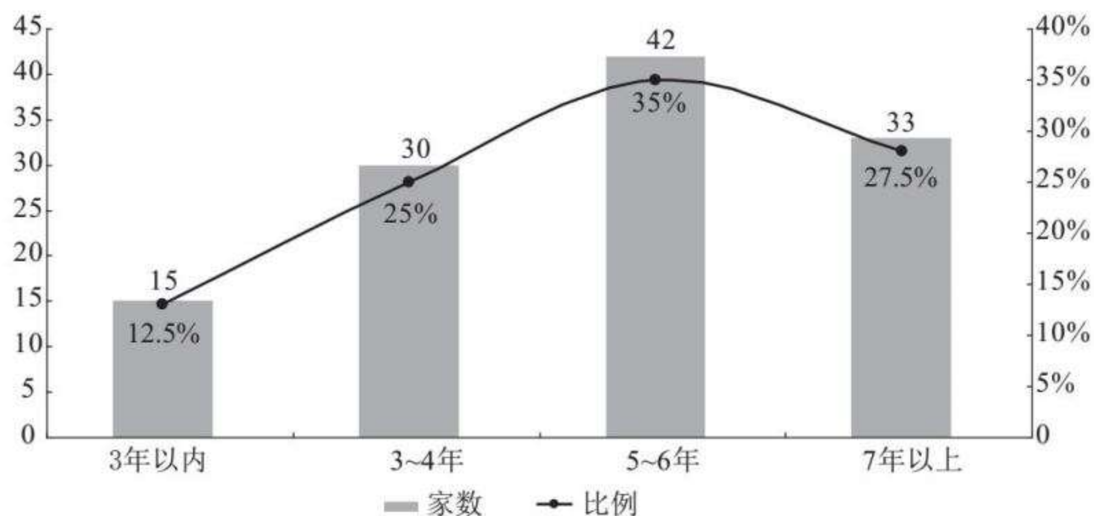


图1–3 中国独角兽企业成立时间

资料来源：胡润研究院，工行投行研究中心。

---

1. 大中华区，是一个经济或文化领域衍生出来的地理名词，包含中国大陆、中国香港、中国澳门、中国台湾等，有时甚至包括有华人居住的新加坡、马来西亚等国家。——编者注
2. 根据科技部给出的定义，企业估值超过100亿美元为超级独角兽。——编者注

第二节
全球独角兽分析

美国数据分析公司PitchBook发布的2017年全球最新企业估值名单显示，全球共57家初创企业估值超10亿美元，跻身独角兽行列。其中，包括一些非常知名的公司，市值高达1 165亿美元。

2017年榜单中，占比最大的仍然是美国公司，达32家。中国有18家公司上榜，占比超过三成。其他国家（比如英国等）一共有7家公司上榜。

数据的差别或许来自对于独角兽的定义以及对于融资额规模定义的不同。

即使数据有所差别，但总结出的观点能说明目前的趋势：

一是中国独角兽企业涉及多个领域，且覆盖当下最热门领域，比如人工智能、物流、云计算服务、共享经济、新能源汽车等。汽车服务、出海全球化、教育等多个互联网领域企业的快速成长，也为中国企业军团的全球化竞争增添了新的力量。

二是相较于美国独角兽企业逐年递减的趋势，中国正在迅猛增长。中国独角兽公司从2013年的零家增长到2017年的18家，覆盖领域从单一的互联网社交、电商扩展到如今的互联网020（线上到线下）、内容、教育、汽车服务、出海全球化等多个领域。其中，成立于2012年、如今市值200亿美元的今日头条异常耀眼。

第三节
改变交易制度吸引独角兽

一、港交所同股不同权

（一）港股IPO（首次公开募股）制度的历史沿革

1986年4月2日，香港原四家交易所——香港证券交易所、远东证券交易所、金银证券交易所及九龙证券交易所合并为香港联合交易所，享有在香港建立、经营和维护证券市场的专营权，同时负责上市事宜，香港证券市场进入新时期。

1987年10月，全球股市暴跌，香港股市也受到严重影响，进而掀起了香港证券界的全面检讨及对联交所改组的序幕。1988年6月，以戴维森为首的香港证券业检讨委员会发表《香港证券业的运作与管理报告书》（以下简称“戴维森报告书”），奠定了香港证券业的监管框架。在戴维森报告书的建议下，1989年，香港证券及期货事务监察委员会（以下简称“香港证监会”）成立，并通过了《1989年证券（交易所上市）规则》，设立由12名证券期货领域专业人士组成的证券咨询委员会，作为证监会的咨询机构，负责在影响市场及市场参与者的政策方面向证监会提供意见。此外，为制衡证监会的权力，香港设立独立于证监会的证券及期货事务上诉委员会，负责对证监会做出的拒绝上市申请、吊销或撤销经纪注册等处罚决定的上诉审理。

1999年，时任香港特别行政区财政司司长曾荫权表示，为了推进香港证券及期货市场进行的全面改革，建议香港联合交易所（香港联交所）与香港期货交易所（香港期交所）实行股份化，并与香港中央结算有限公司合并，由单一控股公司香港交易及结算所有限公司（简称“香港交易所”或“港交所”）拥有。2000年3月6日，三家机构完成合并，6月27日香港交易所上市，其中香港联合交易所依然为上市申请人的主要联络点。

2000—2003年，在审批权归属上，为使证监会间接参与上市审批的流程，“双重存档制”得以建立。2003年1月，香港证监会与联交所签订《规管上市事宜的谅解备忘录》，根据谅解备忘录，证监会是发行审核监管权力的源头，联交所的权力来自证监会的转授。上市申请人及上市发行人将继续向联交所呈交上市申请及信息披露文件，以便符合双重存档制度的规定，并可授权联交所代其将文件送交证监会存档。此外，《证券及期货条例》和多条守则指引也于同年发布。

2016年6月17日，香港证监会与港交所宣布，就改善香港市场的上市监管事宜联合发表咨询文件，建议成立两个新的委员会，即上市政策委员会和上市监督委员会，以使香港证监会能够集中处理关键事宜。9月15日，咨询结果显示，上市政策小组将取代上市政策委员会的设立，同时决定不设立上市监督委员会。2018年3月，香港证监会与联交所签订《规管上市事宜的谅解备忘录》补充文件，补充文件指出，新的上市政策小组已成立，证监会作为法定监管机构的角色已有所改变，将会以更直接的方式处理较严重的上市事宜。

（二）近期港股IPO制度改革动态

2014年，港交所因不支持同股不同权的架构而错失阿里巴巴。此后，大量具有类似股权结构的中国新兴互联网公司亦纷纷赴美上市，使得港交所IPO制度面临极大的改革压力。

2017年6月17日，港交所发布《有关建议设立创新板的框架咨询文件》，建议针对“尚未有盈利的公司、采用非传统管治架构的公司及拟在香港作第二上市的中国内地公司”设立一个独立于主板及创业板的创新板以拓宽香港资本市场，吸引更多类型的发行人来港上市。12月，港交所又宣布放弃设立创新板，将允许不同投票权架构的高增长及创新产业公司直接在主板上市。2018年2月23日，为进一步推进新兴及创新产业公司的上市安排，港交所围绕三类公司赴港上市的细则，发布了《新兴及创新产业公司上市制度》的市场咨询，并于4月24日公布了《新兴及创新产业公司上市制度咨询总结》，对未有收益公司、采用非传统管治架构公司和内地及国际公司的具体上市标准及原则做了规定，建议《主板规则》中新增“生物科技”、“不同投票权”和“第二上市”章节及对部分相关内容进行修订。根据咨询总结：

对于生物科技发行人，其产品应受主管当局监管，并通过概念开发流程及测试，同时至少已有一名资深投资者做出了相当数额的投资。此外，发行人还应满足市值在15亿港元以上、上市前最少两个会计年度一直从事现有业务且管理层大致相同，并在营运资金、基石投资者的限制及风险管理等方面提供保障措施。

对于同股不同权的发行人，港交所目前仅限市值在100亿港元或收益在10亿港元以上（若市值低于400亿港元）、具有高增长率的新申请人，不同投票权只可以给予上市公司在上市时或者上市后的董事，暂不设不同投票权受益人持股的最高上限，并规定发行人上市后不得提高不同投票权比例，不同投票权股份的投票权不得超过普通投票权的10倍，且在修订章程等重大事项上必须按照“一股一票”的方式表决，并在信息披露和强化公司治理等方面提出了具体要求。

对于拟把香港作为第二上市地的发行人，则要求发行人至少最近两个会计年度在包括纽交所、纳斯达克以及伦交所等主要交易市场合规记录良好，在将香港作为第二上市地时，预期市值至少100亿港元，

若市值少于400亿港元，收益要在10亿港元以上，并允许申请人以保密方式提交上市申请。

此次改革历时4年，被称为香港股市24年来最为重大的IPO改革，是港交所与时俱进的一项重要举措，也是香港资本市场的一座重要里程碑。本次改革预期将会提升香港作为全球主要资本市场的吸引力，巩固香港作为国际主要金融中心的地位。

二、A股设立科创板，试点注册制，与CDR一脉相承

2018年11月5日，国家主席习近平在首届中国国际进口博览会开幕式上发表演讲，表示将在上海证券交易所设立科创板并试点注册制。随后，证监会与上交所表示，将抓紧完善科创板的相关制度规则安排，制订好工作方案、各项规则以及配套制度，借鉴国际成功经验，把握好注册制试点的力度和节奏。在科创板之前，我国多层次资本市场是由主板和中小板、创业板、新三板以及区域股权市场构成的。从多层次资本市场构成来看，科创板与现有的各板块都有所不同，属于资本市场的增量改革措施，是对现有多层次资本市场体系的补充，其层次划分应当介于创业板与新三板之间。

在多层次资本市场中，科创板所扮演的角色主要是支持科技创新型企业的发展，加强资本市场服务实体经济的能力。科创板将独立于主板市场，其发行、交易、投资者适当性、退市、信息披露等各项制度可能均会有差异化安排，具体制度尚待监管层进一步明确。注册制下的科创板，从发行制度上来看，发行材料审核流程将从证监会发审委下放至上交所，审核更偏重形式审查，注重企业信息披露的全面性、准确性、完整性，弱化对于企业财务指标的硬性要求。

我国注册制改革起步于2013年，与核准制相比，注册制需要更多的前提条件：一是市场参与者成熟度高，中介机构及投资者对企业价值有较为准确的判断，发行人具有较高的诚信度，能够及时准确完整

地进行信息披露；二是完善的制度建设，包括信息披露制度、退市制度、投资者保护制度等方面。目前，在多层次市场体系建设，交易者成熟度，发行主体、中介机构和询价对象定价自主性与定价能力，以及大盘估值水平合理性等方面，还存在不少与实施注册制改革不完全适应的问题，大规模推行注册制时机尚未完全成熟，而此次选择科创板作为注册制的“试验田”，一方面可以积累我国在注册制发展上的经验，另一方面，也可以有效防范系统性风险。

2018年3月，国务院发布了关于存托凭证的框架性规定，对优质企业的盈利要求及股权问题放松了限制，随后证监会积极响应——5月推出《存托凭证发行与交易管理办法（征求意见稿）》；6月连发9文，明确了CDR的相关细则，并审批通过6只战略配售基金。科创板的推出与CDR一脉相承，CDR或是科创板的重要组成部分。

第四节

商行投行服务独角兽的优势

经济存量博弈带来的变化开始蔓延。由于资源有限，经济增长也在原有模式的基础上展开，稳定存量、寻求增量成为最优的选择。稳定存量，就是原有的经济增长模式要稳定，这是社会稳定和经济增长的基石；寻求增量，即寻找需求方面可能的创新，集中资源力图在高新技术领域有所突破。为了兼顾存量和增量，金融机构对自我提出了更高的要求，而完备的产品线成为最强的竞争优势。

以CDR为例，由于涉及外汇结算、托管、再投资和产品设计等一系列的金融业务，银行的竞争力开始展现出来。

首先，银行的海外分支机构众多，这一优势在国有大型商业银行尤为明显。在CDR发行时，投资者首先向国内经纪商购买CDR，然后国内经纪商通过美国或者中国香港经纪商在美国或者中国香港市场购买股票，并将股票存托在托管机构。只有在托管机构向存券机构发出指令和通知后，国内存券机构才可以根据基础股票的规模发行对应比例的CDR。可以发现，一次完整的CDR发行流程，需要海内外市场的密切联动与配合。对于海外分支机构众多的商业银行来说，一方面，其各环节的信息交流更为高效顺畅，有利于CDR产品的发行效率，另一方面，其既可以成为存券机构，也可以成为托管机构，参与机会较多，也有更强的参与动机。大型银行的主要海外分支机构开设多年，有着丰富的托管经验和相当的托管规模，竞争力凸显，未来市场空间广阔。

其次，商业银行具备丰富的产品体系，这将进一步提升商业银行作为托管机构对投资者的吸引力。作为CDR基础股票的公司多为美股上市公司。美国股市发展较早，上市公司的经营理念也与A股有所不同。相比较而言，美股无论是投资者还是上市公司都比较看重长期收益，因此投资者购买股票往往是希望能享受上市公司长期业绩增长带来的红利，因而美股公司分红的比例和频率也相对较高。托管机构的一个重要职能是为投资者办理并管理红利再投资计划，而商业银行丰富完善的产品种类为此提供了便利的条件。成为托管机构后，商业银行既可为投资者执行CDR交易指令，也可根据投资者的风险偏好，为其设计合适的红利再投资计划，还可以推出CDR和红利再投资“一揽子”产品，为投资者提供全面的CDR产品服务，这将是商业银行以存券机构参与CDR业务的一项非常明显的优势。

第二章

生物科技，抢占风口



第一节
抗肿瘤领域成生物医药新风口

一、生物技术产业成推动经济发展新动力并进入大数据时代

（一）生物技术产业成为新主导产业

生物技术产业正加速成为继信息技术产业之后的新的主导产业，它的出现、发展将深刻改变世界经济发展模式和人类社会生活方式。我国多个规划纲要、战略纲要都将加快推进生物技术及其产业的发展放在重要地位。主要政策包括：《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》《国家创新驱动发展战略纲要》《“十三五”国家科技创新规划》等。

（二）生物技术产业的三大特点

1.突破性

突破性是指学科交叉汇聚日益紧密，拓展了科学发现与技术突破的空间。生命科学与化学、信息技术、材料、工程等学科交叉融合，加速孕育和催生了一批如合成生物技术、类脑人工智能技术等具有重大产业变革前景的颠覆性技术。

2.颠覆性

传统意义上的基础研究、应用研究、技术开发和产业化的边界日趋模糊，科技创新链条更加灵巧，创新周期大大缩短。如新发传染病从病原体分离鉴定到诊断试剂研制，过去往往需要不同领域的专家耗费数年才能完成。随着基因测序、抗体制备等共性技术的广泛应用，现在仅需数月就能完成上述工作，为传染病防控提供了有力保障。

3.引领性

技术创新、商业模式和金融资本深度融合，各类创新要素日趋活跃，研发组织模式呈现网络化和全球化特征，研发理念不断更新，加速推动产业变革的步伐。2015年，全球生命科学领域仅并购交易就达到5 460亿美元，是2006—2014年平均并购交易额的2.5倍，金融资本已成为生物技术领域创新创业的重要推手。

（三）我国加速抢占生物技术制高点

现代生物技术加速向应用领域演进，广泛应用于绿色制造、生物医药、健康、农业、能源和环境等与国计民生和国家安全密切相关的重要领域。许多国家都制定了相关战略，加速抢占生物技术的制高点，将其作为推动经济发展的核心驱动力。

“十二五”以来，我国已连续5年在有关生物技术的论文发表量和专利申请量方面居全球第2位，仅2015年发表的生命科学论文就达8万多篇，申请生物技术专利2万多件。我国基础研究的国际影响力大幅提升，主要成果包括：在世界上首次利用小分子化合物诱导体细胞重编程为多潜能干细胞（CiPS细胞）；成功解析了人体重要功能蛋白人源葡萄糖转运蛋白GLUT1的晶体结构；屠呦呦研究员获得了2015年诺贝尔生理学或医学奖；技术应用与成果转化为改善民生福祉提供有力保障，自主研发的全球首个生物工程角膜“艾欣瞳”上市；手足口病（EV71型）疫苗和Sabin株脊髓灰质炎灭活疫苗研制成功；阿帕替尼、

西达本胺等抗肿瘤新药成功上市；超级稻创造百亩连片平均亩产突破千公斤的新纪录。

伴随着基础研究的蓬勃发展和技术创新的不断突破，我国生物技术产业规模不断壮大，保持着年均20%左右的增速，已成为中国经济的一个重要增长点，并形成了一批如上海张江、天津滨海、泰州医药城、本溪药都、武汉光谷、苏州生物纳米园等有代表性的专业化高新技术园区，以及以长三角地区、环渤海地区、珠三角地区为核心的生物医药产业聚集区。

目前，全球生命科学进入大数据、大平台、大发现时代。与此同时，合成生物技术展现出巨大潜力，个性化医疗和精准医学改变传统的疾病诊疗模式并推动医药产业变革，干细胞与再生医学为疾病治疗开辟了全新道路，单细胞技术、定向蛋白质组学技术、基因组编辑技术以及光遗传学技术等新兴研究方法推动生命科学向更加精确和实时的方向发展。在技术、市场、需求的耦合驱动下，生物技术及产业发展迎来战略机遇期和跨越式发展的新阶段。

（四）生物医药位列我国重点支撑的七大生物技术产业领域之首

根据《“十三五”生物技术创新专项规划》（以下简称《规划》），我国“十三五”时期重点支撑的发展领域包括生物医药、生物化工、生物资源、生物能源、生物农业、生物环保和生物安全七大领域。《规划》着重分析了生物医药领域，提出的目标是：紧紧围绕民生健康和新兴产业培育的战略需求，突出创新药物、医疗器械等重大产品研制和精准化、个体化、可替代或可再生为代表的未来医学发展，重点突破新型疫苗、抗体制备、免疫治疗等关键技术，抢占生物医药产业战略制高点，力争到2020年实现我国生物医药整体由“跟跑”到“并跑”、部分领域“领跑”的转变。具体方向包括：

1.免疫治疗、基因治疗等现代生物治疗技术

加强免疫检查点抑制剂、基因治疗、免疫细胞治疗等生物治疗相关的原创性研究，突破免疫细胞获取与存储、免疫细胞基因工程修饰技术、生物治疗靶标筛选、新型基因治疗载体研发等产品研发及临床转化的关键技术，提升我国生物治疗的产业发展和国际竞争力。

2.干细胞、生物医用材料与再生医学

重点加强干细胞的应用基础研究和转化研究，强化干细胞、生物医用材料与组织工程的交叉融合，引导我国生物医用材料产业的技术升级和细胞治疗等新治疗手段的规范化临床应用；研发新一代血管支架、神经修复导管、骨组织人工修复材料等产品，促进组织工程产品和生物3D打印产品的应用转化；探索瓣膜、肝、肾等组织和类器官的人工构建，促进相关产业的跨越式发展。

3.重大疾病的分子分型与精准医疗

重点发展基因测序技术等新一代生命组学临床应用技术、生物大数据云计算技术和生物医学分析技术；系统鉴定和优化候选标志谱物，建立疾病分型标准及技术方法，构建国家大型健康队列和特定疾病队列，建立生物医学大数据共享平台；形成重大疾病的精准防诊治方案和临床决策系统，提升重大疾病的防诊治水平。

4.新型疫苗、抗体等重大生物制品研制

重点突破疫苗分子设计、多联多价设计、工程细胞构建、抗体工程优化、新释药系统及新制剂、规模化分离制备、效果评价等关键技术和瓶颈技术，加快新型疫苗、抗体、血液制品等重大生物制品的研发。

5.药物设计及新药研发

基于现代生命科学发现的潜在药物作用靶标，结合新一代计算机与人工智能技术及结构生物学研究成果，开展药物分子计算机辅助设

计技术研究，开发基于新结构、新靶点的创新药物，加强中药的经典名方、优势中药复方与活性成分的研究和开发。

6.生物医学工程与医疗器械

重点突破新型成像技术、新型传感技术、微流光机电技术、影像导航和机器人、单细胞测序和分子诊断等技术，突破一批高端大型医疗器械与仪器设备核心零部件开发技术，健全产品评估体系及能力支撑平台，加快发展医学影像设备、医用机器人、新型植入装置、新型生物医用材料、体外诊断技术与产品、家庭医疗监测和健康装备、可穿戴设备、基层适宜的诊疗设备、移动医疗等产品。

二、创新是当前生物医药的核心，肿瘤相关领域备受关注

供给侧改革的核心是创新，在生物医药行业体现得更为充分。《规划》中指出的重点发展领域之生物医药部分，各个发展方向的共同关键词都是“创新”——新药研发、新的治疗技术、新的诊断技术、融入新科技的医疗器械。不论是药物还是医疗器械，肿瘤相关领域都备受关注。

（一）重磅政策相继发布，营造良好创新环境

创新药物是指具有自主知识产权专利的药物。重磅政策相继出台，为创新药营造了充满竞争力的政策环境。

——2015年，CFDA（原国家食品药品监督管理总局）发布《国家食品药品监督管理总局关于药品注册审评审批若干政策的公告（2015年第230号）》：“对新药的临床试验申请，实行一次性批准，不再采

取分期申报、分期审评审批的方式；审评时重点审查临床试验方案的科学性和对安全性风险的控制，保障受试者的安全。”

——2016年，国务院发布《“十三五”深化医药卫生体制改革规划》：“鼓励创制新药，鼓励以临床价值为导向的药物创新。加快防治艾滋病、恶性肿瘤、重大传染病、罕见病等临床急需新药及儿童用药等的审评审批；淘汰疗效不确切、风险大于效益的品种。……加快重大传染病用药、儿童用药的研发和生产。”

——2016年，《医药工业发展规划指南》指出：化学新药需“紧跟国际医药技术发展趋势，开展重大疾病新药的研发，重点发展针对恶性肿瘤、心脑血管疾病、糖尿病、精神性疾病、神经退行性疾病、自身免疫性疾病、耐药菌感染、病毒感染等疾病的创新药物，特别是采用新靶点、新作用机制的新药。根据疾病细分和精准医疗的趋势，发展针对我国特定疾病亚群的新药、新复方制剂、诊断伴随产品”。

——2016年，CFDA发布《化学药品注册分类改革工作方案》，该方案指出对当前化学药品注册分类进行改革，新药进一步分为境内外均未上市的创新药（1类）或改良型新药（2类）。新的注册分类重视“全球新”项目，对于未在中国境内外上市销售的创新药注册申请和转移到中国境内生产的创新药注册申请，都属于优先审评审批的范围。

——2016年，CFDA发布《关于解决药品注册申请积压实行优先审评审批的意见》，该意见决定加强药品注册管理，加快具有临床价值的新药和临床急需仿制药的研发上市，解决药品注册申请积压的矛盾。

——2017年，CFDA发布《关于深化审评审批制度改革鼓励药品医疗器械创新的意见》，该意见决定大力支持国内创新药物发展。

——2017年，CFDA发布《关于鼓励药品创新实行优先审评审批的意见》，强调加快临床急需等药品的审批。该意见明确规定了自申请

后的审核、审评、报送、审批四个环节的时间限制，大幅压缩了流程时间，并省去了部分中间环节，有利于改善整体药审环境。

——2017年，人力资源和社会保障部正式公布2017年版国家基本医疗保险、工伤保险和生育保险药品目录。调入药品重点考虑临床价值高的新药、地方乙类调整增加较多的药品以及重大疾病治疗用药、儿童用药、急抢救用药、职业病特殊用药等，专家组在评审中严格按照工作方案，对上述药品予以重点考虑，并注重做好与医药领域其他相关政策的衔接。

（二）新药研发已经从心血管及慢性病用药领域转向肿瘤药物

目前，国内外新药研发重点都放在了肿瘤药物的开发上，包括被称为生物科技风口的免疫疗法，致力于将肿瘤变成慢性病直到最终攻克。

根据IMS（艾美仕市场研究公司）的研究数据，抗肿瘤药自2007年超越降血脂药物后，销售规模一直处于全球医药市场前列。2016年，抗肿瘤药销售规模突破900亿美元，同比增长15.5%，增速是5年来增速最快的一年。根据预测，至2020年，全球抗肿瘤药物市场有望以12.4%的年复合增长率达到1 000亿美元的市场规模，其中靶向抗肿瘤药物成为市场份额增速最快的药物。

三、肿瘤免疫疗法成抗肿瘤药物之后的新热点

抗肿瘤药物大概可以分为两类：小分子药物和单抗。肿瘤免疫疗法则成为抗肿瘤药物之后的另一新热点。

（一）抗体药物是主流

1.国内与国际差异巨大

（1）国际抗体药物：原研药品抢眼，在研靶点和适应证多样性

1986—2016年，国外共批准了约30家公司的72个原研抗体药，其中的67个由美国或者欧盟首先批准上市，其余5个分别为日本3个，古巴和印度各1个。

市场销售方面，2015年上市的单抗和Fc融合蛋白的销售额分别为765.8亿美元和150.5亿美元，占比分别为84%和16%。2016年销售额达100亿美元以上的产品有1个，50亿~100亿美元的产品有5个，此六大明星抗体药近年来一直位居全球药品销售排行榜的前10位（见表2-1）。销售10亿美元以上的有22个，占上市抗体药数量的30%左右。

表2-1 2016年销售额达50亿美元以上的六大抗体药

排名	单抗	靶点	厂商	全球适应证	2016年销售额（亿美元）
1	阿达木	TNF–α	艾伯维	类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、银屑病、克罗恩病、溃疡性结肠炎、幼年特发性关节炎	160.78
2	依那西普	TNF–α	安进、辉瑞	类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、银屑病、银屑病关节炎	88.74
3	英夫利昔	TNF–α	强生	类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、银屑病、克罗恩病、溃疡性结肠炎	84.26
4	利妥昔	CD20	罗氏	非霍奇金淋巴瘤、慢性淋巴细胞白血病、类风湿性关节炎	73.62
5	贝伐珠	VEGF	罗氏	结直肠癌、NSCLC（非小细胞型肺癌）、恶性胶质细胞瘤、转移性肾细胞癌、宫颈癌、铂类耐药复发性卵巢上皮癌	69.92
6	曲妥珠	HER2	罗氏	HER2过度表达的转移性乳腺癌	69.07

资料来源：公开网络，高特佳，工行投行研究中心。

适应证方面，合计针对肿瘤、自身免疫病、感染性疾病、眼部疾病（治疗湿性年龄相关性黄斑变性）、高脂血症以及用于其他适应证的抗体药物分别为26、25、4、2、2和5个，可见针对肿瘤和自身免疫病的抗体药物产品几乎平分天下。

全球抗体药物的研究正在快速推进，2014年、2015年、2016年、2017年年初收录的各临床阶段的原研在研抗体数目分别为352个、421个、489个、617个，近3年的年均增长率为25.1%。除去前述的已有产品上市的40个靶点，在研的新靶标有250多个。虽然新靶向中肿瘤和免疫类还是占绝大多数，但是在已经进入三期临床的项目中，非肿瘤适应证的抗体比例有增多的趋势。

另外，许多制药巨头也纷纷加入生物类似药的开发，部分处于三期临床的生物类似药（见表2－2）。

表2–2 部分生物类似药的开发及进度

药物	原研厂商	仿制厂商	进度
利妥昔	罗氏	山德士、勃林格殷格翰、安进、辉瑞	均处于 Ⅲ 期
贝伐珠	罗氏	勃林格殷格翰、辉瑞、Biocon（拜康）、Kyowa（协和工业）	均处于 Ⅲ 期
曲妥珠	罗氏	三星、安进、辉瑞	均处于 Ⅲ 期

资料来源：公开网络，工行投行研究中心。

（2）国产抗体药物：开发慢、产业化不足、临床应用率低

①已上市产品：产业化不足

国产抗体药物的开发及批准速度偏慢：截至2016年，CFDA共批准了11个国产抗体，其中自研产品7个，生物类似药产品4个。不过值得注意的是，在2012—2015年获批的康柏西普、泰欣生等产品相较于之前的国产抗体药，各方面指标提升较大，尤其是产业化这方面。2016年没有获批品种。

人源化程度偏低：7个单抗中4个是鼠源型、1个是嵌合型、两个是人源化单抗，另有4个Fc融合蛋白，而全球市场上人源和全人源化单抗

药品约占80%。适应证为肿瘤4个，自身免疫疾病5个，眼科1个，其他适应证（肾移植排斥）1个。

产业化程度低：上市产品中真正实现产业化和规模销售的国产抗体药物只有中信国健的益赛普、成都康弘的朗沐和百泰生物的泰欣生。抗体药物的销售额在国内全部生物药总销售额中占比不到2%，远低于全球30%的水平；其中市场表现较好的益赛普、泰欣生、朗沐2015年销售额分别约为9.25亿元、3亿元、2.67亿元。

②国内抗体药物临床使用率不足三成

2016年，国内重点城市公立医院使用的单克隆抗体药物有18个，用药金额为29.98亿元，同比上一年增长了13.56%，预计国内抗体用药达50亿~80亿元市场规模，主要集中用于抗肿瘤、免疫类和眼科领域。TOP5（前5名）品种依次是利妥昔单抗、曲妥珠单抗、贝伐珠单抗、雷珠单抗和重组人II型肿瘤坏死因子受体－抗体融合蛋白，TOP5品种用药金额约占抗体市场的3/4。

虽然国内单抗药物潜力巨大，但目前增长率尚不稳定，2012—2016年增长率分别为：30.84%、43.2%、3.25%、17.18%、13.56%，使用比例远低于欧美，究其原因主要是抗体药价格较高，进入医保的品种不多，一般患者难以承担其费用。

国内销售靠前的国产及进口抗体药物如表2－3所示。

表2–3 国内销量靠前的国产及进口抗体药物

排名	单抗	厂商	国内适应证	2016 年国内销售额
1	曲妥珠	罗氏	乳腺癌、胃癌	约 20 亿元
2	利妥昔	罗氏	复发或耐药的滤泡性中央型淋巴瘤、CD20 阳性弥漫大 B 细胞性非霍奇金淋巴瘤	约 15 亿元
3	益赛普	三生国健	类风湿性关节炎、银屑病、强直性脊柱炎	9.25 亿元
4	贝伐珠	罗氏	结直肠癌、非小细胞肺癌	约 7 亿元

资料来源：南方经济所，工行投行研究中心。

2.发展驱动力及瓶颈

（1）驱动因素：基础科学研究的进展

这个领域的驱动力主要来自基础科学研究的进展。这些年的研究明确人体免疫系统有抑制肿瘤的能力，而肿瘤本身也有特异性抗原，部分肿瘤能够刺激免疫细胞产生；研究还发现了数个信号通路参与肿瘤对免疫细胞的抑制，这直接促成了CTLA－4和PD－1/PDL－1药物的上市。但是肿瘤在微环境中还通过什么途径抑制免疫细胞的杀伤，不同类型肿瘤各有什么不一样的逃逸途径，是否可以将免疫性不强的肿瘤增强免疫原性，如何确定对药物有反应的病人等问题还有待回答。人们对这些问题的阐释也将直接提升现有疗法。

（2）限制因素

①疗效的限制

目前的肿瘤免疫疗法虽然取得了不错的进展，但仍不乐观。在已经获批的适应证中总体的反应率为30%左右。整体上效果最好的仍集中在黑色素瘤和非小细胞肺癌领域。以默沙东的Keytruda为例，其在黑色素瘤临床试验中客观反应率约为25%；在晚期胃癌临床试验中，对于

PDL－1表达高于1%的患者，总客观反应率为15.5%，持续应答期为16.3个月；在非小细胞肺癌临床试验中，对于PDL－1表达高于50%的病人，其客观反应率为45%（化疗为28%），无进展生存期10.3个月（化疗为6个月）。可见免疫疗法虽然相比传统疗法有所提高，但仍有很大提升空间。

目前对肿瘤免疫疗法有反应的主要集中在黑色素瘤、肺癌、膀胱癌等十余种肿瘤，对其他的许多肿瘤如前列腺癌、胰腺癌等，目前的免疫疗法并无更好的效果。

②标记物

生物标记物指导用药可以精确地指导用药，提高治疗效率。目前已经探索过的包括PDL－1表达高于50%的晚期肺癌患者可用Keytruda进行一线治疗，前述客观反应率为45%；Keytruda还获批用于微卫星高度不稳定序列（MSI－H）或错配修复缺陷（dMMR）变异的各种实体瘤，其在临床试验中的数据整体客观反应率达39.6%，在不同癌症间的客观反应率为36%~46%；在Opdivo（国内首个PD－1肿瘤药欧狄沃）的临床试验中，TMB（肿瘤突变负荷）作为标记物，TMB高的组客观缓解率达到21%，TMB低的组只有5%。而PD－1/PDL－1药物临床试验失败的案例，也可能与没有能用标记物找到最合适的病人人群有关。

已有的几种生物标记物能在一定程度上提高治疗的精准度，但是还有很大的提高余地。这一方面是肿瘤异质性的表现，另一方面也反映出肿瘤抗免疫机制的复杂性，还需要科学研究的进一步揭示。

③副作用

肿瘤免疫药物相比化疗严重不良反应较少，一般都是外周的免疫耐受状态被部分解除造成的，其中比较典型的为非感染性的肺炎、结肠炎、肝炎、肾炎、甲状腺机能减退或亢进等，以及血常规异常。造成永久停用药物的不良反应发生率约为9%。

总体上不良反应都是药物作用机制相关的，可以预料的是未来即使新的肿瘤免疫药物上市，很可能也会有免疫反应引起的各种副作用。在联合用药领域，特别是两种免疫疗法如Opdivo15和Yervoy（伊匹单抗）联用，严重不良反应会明显增加，联合组和Opdivo组的不良反应率分别为59%和21%。这个问题还需要进一步解决，比如给药方式或是机制研究基础上的精确性阻断副作用。

3.发展趋势

（1）研发重点方向

基于现有理论，主要药物研发方向是提高肿瘤局部的免疫细胞活性。一方面，针对T细胞表面靶点、阻断抑制性信号通路或是活化T细胞激活性信号通路，提高T细胞的活性；另一方面，因为T细胞过度激活会导致凋亡，所以另一思路是针对先天免疫的细胞，激活其吞噬、抗原递呈和活化T细胞的能力。

国内企业对国际上临床开发早期的靶点都比较谨慎，不会轻易推进到临床阶段。不过国内企业还是会在临床前阶段进行研究，以备效果证实后抢占先机。如天境生物、宜明昂科的抗CD47抗体，迈博斯的抗OX40抗体，苏州思坦维的抗TIGIT抗体，均处于临床前研发阶段。主要靶点和代表性公司如表2－4所示。

表2–4 主要靶点和代表性公司

机制	靶点	主要参与公司	最新进展
T 细胞共抑制	TIM3	Tesaro（美国一家上市药物研发公司），礼来、BMS（美国百时美施贵宝公司）、诺华	II(单 / 联合)
	LAG3	Tesaro，BMS	I
	TIGIT	罗氏，OMED（美国一家医药公司）	I
	KIR	BMS	II（联合）
	VISTA	Curis（居里，美国一家生物技术公司）	I
T 细胞共激活	4-1BB	辉瑞	I
	GITR	Medimmune（阿斯利康旗下全球生物制药公司）	I
	OX40	Kyowa Kirin（协和发酵麒麟集团，日本公司），辉瑞，Medimmune	II（联合）
	ICOS	Jounce Therapeutics（美国一家免疫疗法公司），GSK（葛兰素史克）	I
	CD30	西雅图遗传学	II（联合）
	CD27	CLDX（塞德斯医疗）	I
APC 激活	CD40	罗氏，强生，西雅图遗传学	II（联合）
	CD47	Celgene（新基公司），Fortyseven（美国一家生物制药公司，名称来源于 CD47）	I
	STING	诺华（Aduro）	I

资料来源：公开资料整理，工行投行研究中心。

（2）双特异性

因为Opdivo与Yervoy的联合使用已经显示了相比单药更好的疗效，所以开发双特异性抗体，同时抑制PD－1和CLTLA4两个靶点，成为合理的方案。另外如同时靶向PD－1和TIM3、LAG3、OX40、HER2、EGFR等的双特异抗体也都在研发中。其中AnaptysBio/Tesaro的靶向PD－1和LAG3的双特异抗体已经在临床I期，康方生物的靶向PD－1和CTLA4的双特异性分子也在澳大利亚启动临床试验。同时类似Blincyto的物理性拉近T细胞与肿瘤细胞的双抗分子，与PD－1/PDL－1的联合使用也显示了初步效果。

（3）新分子、新适应证和联合用药

在抗体药领域，因为抗体的效果是复杂的，各个分子的设计、作用位点都有一定差别，临床方案的不同、标记物水平的划定等都可以得到不同的临床结果，所以在领先的PD－1上市之后，跟随者的热情并没有减弱。无论从商业还是科学角度，跟随者有一个自己的分子，可以选择做差异化的适应证，也可以自由地开拓更好的联合用药方案，不会受制于人。

联合用药的临床探索对于已上市和未上市的产品都是开发的热点。目前大量PD－1/PDL－1联合免疫靶点、化疗、放疗、溶瘤病毒、靶向等各种疗法的临床都在进行中。截至2017年5月，Keytruda的各种联合用药临床试验已达268个，与Opdivo联用的也有242个。这也让人们看到了希望，如对于未经治疗的转移性非鳞非小细胞肺癌，Keytruda与化疗（培美曲塞+卡铂）联合表现出了目前最好的效果，已经被FDA（美国食品药品监督管理局）批准用于一线治疗。

目前联合用药的尝试是五花八门，实践的进度快于理论的研究。药物联合使用的最佳目标是能起到协同效应，起到1+1>2的效果。假如某种化疗能够增强肿瘤的免疫原性，如增加T细胞浸润，或上调肿瘤PDL－1表达，就会使得PD－1抗体药更有发挥作用的空间，这样联合使用就是协同作用。但是这方面的研究证据还不够充分。

以化疗药为例，一方面，化疗药对免疫细胞也有杀伤作用，但是具体到在实体瘤内部的环境下对浸润T细胞的作用还不清楚。另一方面，部分肿瘤细胞被杀死后，理论上会被周围的免疫细胞吞噬，可能会最终增加肿瘤抗原的递呈和炎症因子的释放，动员更多的T细胞浸润。但是这些对T细胞起什么作用，能否部分逆转肿瘤微环境，新招募来的T细胞有多少能识别完整的肿瘤细胞等问题还有待阐明。

最近的另一项针对肿瘤相关巨噬细胞的临床试验初步结果显示，Opdivo和CSF1R抗体Cabiralizumab联合使用在胰腺癌中取得了初步的疗效。这类疗法的基础是对实体瘤内肿瘤相关巨噬细胞的研究，这些巨噬细胞被肿瘤“劫持”，参与了抑制T细胞活性。

总之，基础科学和临床科学的发展都直接促进了新的抗肿瘤免疫疗法的出现。

（4）拓展新适应证和治疗优先级

由于肿瘤的抗免疫机制在一定程度上有通用性，肿瘤免疫药物从最初的黑色素瘤已经拓展到非小细胞肺癌、头颈部鳞状细胞癌、霍奇金淋巴瘤、尿路上皮癌、肾细胞癌、特定标记的实体瘤、胃食管交界腺癌、肝细胞癌。大部分都是针对经过手术或使用药物之后的患者，这个阶段相对来说治疗方案很有限，而免疫疗法提供了新的治疗手段。目前几种上市药物仍在继续探索新的适应证，如胰腺癌、食道癌等。肿瘤免疫药物最初获批时主要是二、三线治疗，经过临床研究发现，在某些情况下更早应用该药物病人会有更好的获益。如Keytruda已经在4种情况下获批作为一线首选药物，包括不可切除或转移的黑色素瘤、PDL－1表达大于50%的转移性非小细胞肺癌等。

探索拓展适应证和提升治疗优先级不仅让更多病人获益，也是各家公司提高销售的重要手段，其实也为后来者追赶提供了线索。比如可以更有把握直接探索更大病人人群的适应证，或直接做一线治疗的探索。如恒瑞的PD－1药物在三期临床就直接探索联合化疗的非小细胞肺癌一线治疗，这样其病人来源广，一旦上市销售收入提升就快。

（二）CAR－T疗法

CAR－T疗法是一种针对肿瘤的过继细胞免疫疗法，目前主要应用于白血病、淋巴瘤等血液瘤，是对现阶段化疗、造血干细胞移植等高风险的主流疗法的重要替代。仅以血液瘤为例，我国每年新发病人数为13万，若CAR－T疗法定价为10万元（国外可能在20万美元），则每年可新增市场空间130亿元。2017年7月，诺华的CAR－T疗法获FDA肿瘤药物专家咨询委员会（ODAC）以10：0的投票结果一致推荐批准上市，极大地降低了CAR－T行业的不确定性。

1.全球CAR–T行业都尚处早期阶段，中国临床开展情况仅次于美国

目前进展最快的是美国诺华公司，其CAR－T疗法在获准上市后，成为全球首款CAR－T类产品（此产品为按生物制剂申报）。

在CAR－T领域，中国的研究热度和临床开展情况仅次于美国（美国124例，中国90例）。

两国CAR－T公司在技术上的差距并不明显，差异主要体现在两个方面：一是生产工艺，二是政策环境，这两者都与中美整体医疗的监管和市场环境有关。生产工艺的差异主要是自动化设备的应用——美国排前三的CAR－T公司诺华、KITE（凯特药业）和Juno（朱诺医疗），都会使用如通用电气（GE）、美天旎等厂家的自动化设备与耗材，而国内公司往往为人工操作或自行开发的相应设备。从结果来看，这一差异主要影响了中美两国的产品成本和售价，使得美国CAR－T疗法的价格预计会在20万~50万美元，而部分国内公司表示可将成本控制在1万美元。此外，这一差异也可能进一步影响两国最终的监管标准。具体到现有政策的差异（见表2－5），国内尚未正式开展CAR－T的新药申报，故目前国内尚处于临床研究阶段。

表2–5 中美两国监管政策差异

	美国	中国
监管归类	药品	药品（基本明确）
监管主体	FDA	国家卫生健康委员会
主要法规（我国干细胞的政策发展比免疫细胞快，故可在一定程度上参考监管方向）	《公共卫生服务法》（PHS）第 351 条，第 361 条	1993.5《人体细胞治疗及基因治疗临床研究质控要点》 2009.5 卫生部出台文件把干细胞划为需要严格管制的“第三类治疗技术” 2015.7.31 国家卫计委及 CFDA 联合发布《干细胞临床研究管理办法（试行）》，《干细胞制剂质量控制及临床前研究指导原则（试行）》 2016.5.4 国家卫计委重申细胞治疗“按照临床研究的相关规定执行” 2016.10.10 中国医药生物技术协会发布《免疫细胞制剂制备质量管理自律规范》，进一步明确了相关质量规范 2016.12.17 CDE（药品审评中心）发布《细胞制品研究与评价技术指导原则（征求意见稿）》，被广泛认为是基本明确了按药品监管

	美国	中国
核心要求	对于肿瘤治疗的CAR–T类产品，需要按NDA（保密协议）要求进行临床前和临床试验，每年需向FDA汇报试验进展情况；试验期间发生的严重不良反应和死亡事件必须及时向FDA报告，FDA发现潜在威胁有权令试验暂停或终止	药品临床试验申报的标准尚未最终明确，各机构的临床研究基本是按照自己设计的质控规范进行。监管部门正在广泛收集意见，预计2018年有望出台正式监管文件

资料来源：FDA，国家卫生健康委员会，工行投行研究中心。

2.发展空间大但短期内应用局限性大

目前来看，CAR－T行业的发展驱动力主要是优秀的疗效、安全性和可操作性，在血液病领域对于现有疗法（化疗、造血干细胞移植等）有着明确的替代作用。此外，细胞产业，包括干细胞和免疫细胞，受到各国政府的广泛支持，驱动行业健康发展。

CAR－T行业的限制因素主要来自三个方面：一是作为细胞疗法，政策监管比较困难，法规和标准的完善仍需时日，给行业发展带来了不确定性，也影响了公司及行业的发展速度；二是CAR－T的技术仍有提升空间，举例来说，由于CAR－T的核心思想是给免疫细胞人为加装特异性识别的CAR结构，会导致免疫细胞的结合过于强烈，进而因其细胞因子风暴（CRS）危及患者健康。有鉴于此，领军企业在CAR结构的亲和力、自杀标签等多个角度都进行了改进，但都远未达到完美水平，改进尚需时日；三是CAR－T疗法在实体瘤上的应用还在发展当中，虽取得了一定成绩，但如果未来只局限于血液瘤，市场空间将大打折扣。

参考目前的美国产品上市进度，预计5年内美国的CAR－T产业将趋于成熟，并形成完备的产业链和商业模式，有望成为一线疗法。由于CAR－T疗法对工艺的要求比较高，现有领军企业的先发优势可能比较明显，预计集中度会比较高。

从国内目前的进度来看，考虑到开展新药申报的临床试验，产品可能在2021年左右上市，但由于有美国案例可以借鉴，发展路径可能比较明确，渗透率有望快速提高。鉴于国内现有30家以上的CAR－T公司均在临床研究阶段，行业排名并不清晰，未来政策放开推向商业化后，集中度可能较低，类似现在的中游测序服务公司，竞争会比较激烈。

四、肿瘤早筛领域：国际上大部分技术成熟，国内仍处于产品开发期

（一）肿瘤血液早筛行业：尚处于产品开发期

肿瘤血液早筛行业在全世界范围内皆处于产品开发期，受限于技术瓶颈。以龙头公司Grail为例，其前身为基因测序仪器龙头Illumina的全资子公司，获得美国顶级风投公司、著名企业家与产业公司［ARCH venture（美国一家风投机构）、比尔·盖茨、贝佐斯、Google Venture（GV，谷歌风投）、强生、施贵宝、默沙东、腾讯］合计10亿美元的融资，2017年5月其与无创DNA（脱氧核糖核酸）产检奠基人卢煜明教授创立的Cirina公司合并。美国Clinical trail数据显示，Grail公司于2016年、2017年分别开展两项临床试验，前者为泛癌种的探索试验，后者聚焦乳腺癌领域，两项试验预计于2022年左右结束。即使Grail在技术、人才以及资金上遥遥领先于同行业，但它目前依然处于早期探索性试验阶段，尚未有革命性成果。因此考虑到国内技术的滞后性，预计国内3~5年内在该领域无成熟产品面世。

（二）HPV（人乳头瘤）检测：发达国家处于成熟期，国内处于成长期

宫颈癌早筛行业在发达国家已处于成熟期，在国内尚处于成长期。基于HPV病毒筛查宫颈癌是目前各细分中最为成熟的部分，从世界范围来看，凯杰的HC2、罗氏的cobas以及豪洛捷的APTIMA三分天下。

目前国内HPV检测市场规模为20亿元，近几年市场增速明显，市场竞争激烈，获证企业多达几十家，技术平台路线相似，多为PCR荧光法检测HPVDNA。

根据《中国妇女发展纲要（2011—2020年）》中制定的目标，宫颈癌筛查率要达80%，我们以此测算未来宫颈癌早筛市场规模为51.2亿元。目前国内HPV筛查规模约20亿元，因此预计HPV筛查行业将保持20%左右的增速。

（三）肠癌粪便检测：国内处于产品开发期

基于粪便样本的肿瘤早筛行业在美国处于成长期，国内尚处于产品开发期。纳斯达克上市公司Exact的结直肠癌早筛试剂盒于2014年上市，通过检测粪便DNA和血液生物标志物来筛查结直肠癌，与检测传统粪便隐血的筛查方法相比，该方法对于肠癌与癌前病变检测的灵敏度显著提升（对于肠癌检测的灵敏度由40%提升至92%，癌前病变的灵敏度由12%提升至69%）。该产品于2014年8月通过FDA认证后，市场认可度高，两个月后即进入美国医保，同时该方法被写入美国结直肠癌筛查指南中。上市三年该产品的销售额分别为179万美元、3 943万美元、9 937万美元，2017年销售额达2亿美元，近三年营收年化增长率超过100%。

国内对标Exact的公司有三家，分别为康立明、诺辉健康与锐翌生物，它们起步较晚，都尚未获证。康立明技术背景与资源能力出色，

创始人为原Exact技术总监，且为中山系医生出身，其产品于2018年4月进入器械的特别审批通道，但产品营销有所欠缺，销售情况不明。诺辉健康营销出色，目前处于临床试验阶段。据了解，由于注册人员的非医药背景且公司不够重视，目前其审批进度较慢，最早于2019年获三类证。目前诺辉健康通过北京和杭州两个检验所进行检验服务，已售出1万份肠癌早筛产品，单价1 000元左右。锐翌生物技术路线为独创，可靠性有待考察，销量未知。

随着国家对该类产品认可程度的提高，预计未来两年国内产品将获证，5年左右产生1~2家上市公司。容量方面，市场保守估计届时国内市场规模为6亿元左右，乐观估计可达193亿元。

五、投资逻辑：商业模式、专业化、资金为重点考量因素

（一）抗肿瘤药物：创新带来丰厚的利润

1.抗肿瘤药物的两种商业模式

（1）转让与合作开发

国内和国外企业可以选择合作开发，而临床前开发领先的公司可将开发的分子转让给其他公司以获得权益金和未来销售分成。例如2015年信达生物与礼来医药公司签订合作协议，共同开发包括PD－1在内的数个分子，获得首付款5 600万美元。恒瑞将PD－1分子的海外权利授予Incyte（因塞特公司），获得首付款2 500万美元。2017年百济神州也与新基公司共同开发百济的PD－1分子，获得2.63亿美元首付款及里程碑付款。国内的誉衡药业、基石药业也从药明康德分别引进处于临床前阶段的PD－1和PDL－1单抗药物进行临床开发。

（2）整体收购

主流公司直接收购拥有潜在重磅产品的小公司，是它们扩充产品线布局的重要手段。比如BMS以23亿美元收购IFM制药公司，获得IFM还处于临床前开发的STING和NLRP3激动剂两个项目。

2.投资企业需充分考虑其专业性

肿瘤领域仍是最大的药物市场，2016年全球肿瘤药物销售总额超700亿美元。4种肿瘤免疫的上市抗体药物2016年销售额为65亿美元（为2015年的2.4倍）。从需求端看，肿瘤领域整体生存率和生活质量还有很大的改善空间，肿瘤免疫治疗在某些癌症中显示了良好的前景，为患者带来了新的希望。患者和支付机构愿意为生命的延长和生活质量的提高买单。好药不怕贵，2016年全球肿瘤药品Top20（前20名）的销售额占到总额的64%。世界主要药品市场在发达国家都有着较完善的社会保险支付机制。在世界主要医疗市场上，市场规则保护和支持创新，因为企业的创新能带来高额利润。

由于肿瘤免疫领域还有许多的基础性科学问题尚没有答案，所以企业竞争力来自深厚的科学基础、独到的眼光、高效的研发团队及充足的资金。

（1）投资龙头企业或参与其并购整合

龙头企业在市场竞争中仍然有着巨大的规模优势，在许多领域的研发进展中均处于领先地位，也有实力承受研发失败的风险；龙头企业的收购能够加强其在该领域内的领先地位，收益的确定性较大。比如恒瑞从研发、生产到销售，都有深厚的基础。

（2）投资研发领先企业

大企业的整体研发投入产出比低于中小型生物技术公司，龙头企业的产品线也总有不能覆盖的领域。中小型生物技术公司的产品如果在临床试验中有突破性进展，价值会有很大的飞跃。而对于这些阶段性成果，龙头企业会倾向于直接高价收购项目或企业，至少也要参与合作，这在国际上已是惯例。

不过国内创新药企业还处在起步阶段，前沿领域的研究实力并不强，处于跟随状态。目前这个方面的机会可能主要在海外，或是创始人具有深厚前沿研发经历的企业。

未来随着国内创新药新企业的产品逐渐上市，新企业在实力增强后也会逐步跟上国际的最新研究步伐。因此可以关注百济神州、信达生物、复宏汉霖等，其整体实力相对突出，拥有充足的资金和丰富的产品线，未来研究能力也会向国际一线看齐。

（3）投资具有快速跟随能力的企业

前沿研发毕竟需要很高的投入，风险也很高。在某个靶点已经基本被验证后，快速跟随开发同靶点药物也不失为有效的战略，甚至后来者居上也并非不可能。这需要企业有高效的研究和产业化能力以及前瞻性布局能力。严格来讲国内的主要企业均采用了这一方式。

（二）CAR－T领域：需考虑该疗法的局限性，目前宜谨慎

CAR－T行业尚处早期阶段，还没有呈现出成熟的商业模式，预计未来中美两国的商业模式也会有一定差异。如果通用型（异体）CAR－T的成熟尚需时日，仅讨论自体CAR－T的商业模式，则预计主要存在中心化和分散化两类。前者强调建设（区域）中心进行CAR－T细胞的制备，产品质量比较容易控制。KITE在机场边建设制备中心，进而拥有全球服务能力。但这种单中心模式对于冷链物流的基础建设要求较高，可能不适宜国内目前的发展阶段（中国的CAR－T公司有可能在各地建设区域中心，以降低对运输的要求）。后者分散化的商业模式会把细胞培养放在医院完成，公司输出标准化的病毒和操作标准，由医院实验室进行细胞的分离、转染和培养。这一模式可以很好地控制公司产品（病毒）的质量，但对医院提出了较高要求，需要公司进行技术指导，实际操作中需视情况而定（授权或人员驻场）。

从目前CAR－T的发展情况来看，如果在实体瘤上不能实现突破，则整体市场空间有限，加上国内CAR－T公司数量较多、政策尚未明确、估值普遍较高等因素，真正的业绩兑现尚需时日，故对这一领域的投资需相对谨慎。

（三）肿瘤筛查：关注龙头企业

1. 肠癌筛查：建议布局

肠癌筛查存在刚性需求。中国肠癌发病人数占全世界的18.6%，死亡人数占全世界的20.1%，两项均居世界第一，而且中国大肠癌的发病率正在以每年4.2%的速度快速上升，中国结直肠癌患者因筛查不及时，确诊即晚期，5年生存率仅30%（美国为64%），早期筛查并干预可显著改善结直肠癌预后，预计市场规模可达200亿元。而且，该领域内的企业多为轻资产模式，仅需布局几家实验室，即可实现在全国的快速扩张。

2. HPV筛查：关注龙头中成本低、自动化程度高的企业

2016年，国内HPV筛查市场规模约20亿元，国产品牌占有率已达60%以上，但上游仪器和试剂依赖进口；技术上多为PCR荧光法，同质性高。由于国外HPV前三名企业皆为多品种老牌巨头，单品种创业企业难以突围。未来，HPV筛查的迅速发展高度依靠国家推动，欠发达地区将是新的增长点；而且，在控制成本的大背景下，最低价中标会成为常态；自动化减少了对于操作者的要求，更适宜基层推广。先发者制定行业规则，更易获得政府订单。

六、德琪医药的案例和实践

华盖资本于2017年8月投资了德琪医药。截至2018年6月，除了主打的用于肝癌治疗的ATG－008产品外，德琪医药又引入其他多个肿瘤治疗重磅品种（处于临床2/3期开发阶段），估值也将有所体现。

（一）公司及创始人背景

2016年6月15日，梅建明博士及其团队创立了德琪（浙江）医药科技有限公司（简称“德琪医药”）。德琪医药致力于癌症和其他疾病的1.1类新药研发、生产和销售业务，针对中国患者群体，与国外顶级研发机构保持密切合作，并将海外创新药引入国内。2017年4月，全球上市公司500强企业美国新基制药（Celgene）入股德琪医药。2017年8月，德琪医药完成A轮融资，启明创投、华盖资本、泰福资本三家创投公司将合计向德琪医药注资2 100万美元，这也是浙江省新药创制企业2017年以来获得的最大一笔A轮融资。

创始人梅建明博士为美籍华人，中国湖南湘雅医学院医学博士、美国马里兰大学病理与毒理学博士。曾就职于美国国立肿瘤研究所（NCI），并在世界500强强生公司、诺华制药的肿瘤部门担任临床研发负责人，从事领导大肠癌、肺癌、血液肿瘤等多个肿瘤药物的全球二期、三期临床研发工作。至2008年10月，梅建明领导的项目已完成了对全球超过5 000名患者的临床试验，管理的研究经费达到数亿美元。

2008年10月起，梅建明任新基制药全球临床研发部执行总监，主要负责公司拳头产品瑞复美（Revlimid，来那度胺）在包括中国在内的全球30多个国家的临床试验，并成功在2013年1月得到CFDA的上市批准。瑞复美2015年的全球销售额已达到58亿美元。在2008—2015年的几年时间里，新基制药的市值从约200亿美元涨到1 000亿美元，而其全球年销售额也从10多亿美元增加到100亿美元，其中仅瑞复美就贡献了总销售额的一半以上。2015年，梅建明博士决定回国创业，希望通过20多年累积下来的工作经验及与国外研发机构良好的关系，结合自

主研发，让患者可以以更快、更低的价格享受到海外创新药的研发成果。同年，梅建明博士以ATG－008肝癌药物的开发项目，入选第十三批“绍兴市330海外人才计划”创业类A类人才（最高级）。

（二）行业情况

随着全球肿瘤发病和总患病人数的增多，2012年世界肿瘤治疗市场总规模已达729亿美元，约占全球处方药市场总份额的10%，2004—2013年的全球肿瘤药品复合增长率达14.4%，远高于全球处方药市场3%~6%的增速，已经成为各大疾病治疗类别中市场占比最大及增速最快的一个品类。癌症是中国城市居民的头号杀手，在农村居民死因中也位居第二。2017年2月14日，中国政府明确承诺，总体癌症的5年生存率要从2017年的30.9%，到2025年再提高10%。而且这一目标已被写入《中国防治慢性病中长期规划（2017—2025年）》，这为积极的癌症防控政策出台留下了想象空间，也为中国创新肿瘤新药的研发提出了极大的挑战。

世界卫生组织2014年报告显示，中国肝癌发病率每10万人中为25.7人，与其他国家相比，中国是全球肝癌发病率最高、病死人数最多的国家，每年新增肝癌患者60万人，每年约有11万人死于肝癌，其中70%由乙肝病毒引起。治疗肝癌首选手术疗法，但是由于其起病隐匿而发展迅速，许多患者被发现时已经失去手术机会。射频消融、动脉灌注化疗等往往被用于不能手术治疗的患者，但是疗效有限，肝癌对普通全身化疗反应不佳，一般不作为主要治疗手段。目前全球肝癌治疗市场规模约为20亿美元，包含化疗和激酶抑制剂等其他疗法。

（三）产品及业务

德琪医药目前主打产品ATG－008正是引自美国新基制药，是一款针对乙肝引起的肝癌患者的特效药，已得到美国FDA的IND核准，该类

病症在中国多发，且目前没有特效药，有着巨大的市场需求。ATG－008针对的是TORC1/TORC2靶点，已经在美国完成临床二期，试验数据良好，并取得积极进展。目前，该款产品正在中国、韩国开展国际多中心临床试验。

根据约定，新基制药保留北美、欧洲等地的项目权益，德琪医药将负责该产品在亚太地区的开发，也是市场份额最大和患者最多的部分。作为双方合作的首个项目，德琪医药已迅速启动ATG－008肝癌创新药的临床试验及向CFDA的报批工作，并同时开展胃癌、食道癌、乳腺癌、鼻咽癌、肺癌等其他数款引进的创新药物的专利布局和临床开发。

美国新基制药是纳斯达克上市公司、全球创新生物医药领导企业，主要从事研发治疗癌症和免疫炎症相关疾病的药物和疗法的研究。新基制药把德琪医药视作在中国的一个重要合作伙伴，选择入股德琪医药，并且未来将在董事会占有一个席位。所以，从合作模式来讲，先期新基制药出项目，中期德琪医药与新基制药共同开发，合作的范围也会覆盖研发、生产及销售。这标志着新基制药在亚太地区的首笔授权交易顺利达成，同时这也不仅仅是一次交易，它为两家公司未来进一步的战略合作奠定了良好的基础。对于成立不久的德琪医药，这一次的合作具有十分深远的意义。

（四）产业与资本的商业模式

与德琪医药的合作模式虽然是新基制药在亚太的最新布局，却是新基制药的惯用模式，最典型的代表就是其与Agios和Juno的合作。2010年，新基制药与美国生物技术公司Agios首次达成全球战略合作协议，开发癌症代谢类产品。该合作的关键产品抗癌药enasidenib将用于治疗急性髓性白血病（该合作产品的新基全球临床负责人就是梅建明博士，获得FDA优先审评）。2013年，Agios依靠与新基制药的合作关系，获得超过1亿美元的IPO募资。2016年，二者的合作扩大到免疫

肿瘤学方面，Agios有望在这次合作中获得10亿美元以上的收益。新基制药同样加入Agios董事会，并拥有其一定股份。2015年7月，新基制药与Juno公司达成一项在肿瘤免疫疗法方面长达10年的合作，预付款达创纪录的10亿美元。同时，新基制药的研发总监汤姆·丹尼尔也加入Juno公司的董事会中。

除了新基制药这一强有力的合作伙伴外，为推动临床试验项目的开展，德琪医药在2016年12月与国内A股上市公司泰格医药也达成战略性合作。泰格医药将利用其在CRO（合同研究组织）领域的优势进一步协助德琪医药进行临床研究，并将为德琪医药在世界各国和地区的其他临床研究提供全面的服务。

新基制药和德琪医药以及德琪医药与泰格医药的合作并非偶然。正是当年泰格医药和新基制药的成功合作，使泰格医药从一个相对较小的公司发展为中国最大的CRO机构之一，并于2012年8月上市，成为市值超过300亿元的医药集团公司。

除产业上市公司外，德琪医药还引入了包括启明创投、华盖资本和泰福资本等医疗投资机构。其中，华盖资本旗下医疗健康基金更是聚焦于生物医药、医疗器械和医疗服务等领域的投资，重点关注医疗健康领域的行业并购整合以及中早期高速成长的高新技术型企业的投资机会。华盖医疗的二期基金拥有30多家在医疗健康领域上市的知名公司、多家大型金融和保险机构、母基金及政府引导基金为合伙人，其中绝大多数为行业知名企业集团。

（五）最新进展

2018年5月29日，德琪医药与纳斯达克上市公司Karyopharm签署战略合作协议，共同开发四款处于临床开发阶段的口服创新药物。Karyopharm专注于全球独创新药的开发，此次与德琪医药合作的四款化合物即针对其所擅长的血液肿瘤领域，包括三款处于不同临床研发

阶段的SINE XPO1拮抗剂Selinexor、Eltanexor、Verdinexor及一款PAK4和NAMPT双靶点抑制剂KPT－9274。在四个项目中，Selinexor已在包括多发性骨髓瘤、弥漫大B细胞淋巴瘤、脂肪肉瘤等多个血液及实体瘤中进入临床二期和三期研究，共治疗超过2 400名患者，并有40余项临床项目正在进行当中。2018年4月，美国FDA授予Selinexor在难治愈易复发的多发性骨髓瘤适应证中的快速审评通道资格。同Karyopharm的深度合作，标志着德琪医药正式进军血液肿瘤领域和非肿瘤类疾病领域，具有里程碑意义。

第二节
生物农业发展提速换挡

一、生物农业方兴未艾

（一）生物农业是生物技术与农业结合的新领域

生物农业是将各种新型生物技术应用于农业领域而产生的新型品种和生物制品。具体来看，生物农业可运用基因工程、发酵工程、酶工程、蛋白质工程、细胞工程、胚胎工程和分子育种等现代生物技术手段，培育动植物新品种，生产安全、优质、高效的绿色农产品，研制性能高效、安全的农业用品。生物农业的概念最早于20世纪30年代提出，快速发展于20世纪八九十年代，目前全球生物农业的发展开始进入大规模产业化阶段，但仍处于成长阶段。我国的生物农业发展与全球发展基本同步，但发展进度略慢。根据生物技术所应用的不同领域，我国的生物农业可划分为生物育种、生物肥料、生物兽药及疫苗、生物饲料、生物农药这五个领域。

生物育种是利用遗传学、细胞生物学、现代生物工程技术等方法原理培育生物新品种的过程。生物育种方法主要有：杂交育种、诱变育种、多倍体育种、单倍体育种、细胞工程育种、转基因育种等。广义的生物肥料泛指利用生物技术制造的、对作物具有特定肥效的生物制剂。生物兽药是指应用微生物学、寄生虫学、免疫学、遗传学和生物化学的理论和方法制成的菌苗、疫苗、虫苗、类毒素、诊断制剂和抗血清等制品，用于预防、治疗、诊断畜禽等动物特定传染病或其他有关的疾病。生物饲料一般是指以饲料和饲料添加剂为对象，以基因

工程、蛋白质工程、发酵工程等高新技术为手段，利用微生物工程发酵开发的新型饲料资源和饲料添加剂。生物农药是指利用生物活体或其代谢产物对害虫、病菌、杂草、线虫、鼠类等有害生物进行防治的一类农药制剂，或者是通过仿生合成具有特异作用的农药制剂。

生物农业各个领域的主要技术及优势如表2－6所示。

表2–6 生物农业各个领域的主要技术及优势

领域	主要技术	作用和优势
生物育种	杂交育种、诱变育种、多倍体育种、单倍体育种、细胞工程育种、转基因育种	育种更精准、高效、可控
生物肥料	细菌肥料、放线菌肥料、真菌类肥料、固氮蓝藻肥料	提高作物产量、改善作物品质、提高土壤肥力、改善土壤生态
生物兽药及疫苗	各类兽用生物制品	不产生耐药性、无污染、无残留
生物饲料	饲用酶制剂、益生菌、生物活性寡肽、寡糖等	安全、无药物残留、不产生耐药性
生物农药	微生物活体农药、微生物代谢产物农药、植物源农药、动物源农药等	安全、有效、无污染、不产生抗药性

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

（二）生物农业具有传统化学农业不可比拟的优势

随着全球人口数量的增长和耕地数量的减少，粮食安全问题成为威胁人类生存的一大问题。同时农作物病虫害、农业环境污染、耕地质量恶化、食品安全问题也越来越突出。在这种背景下，生物农业的

出现打开了解决众多问题的一扇窗口：生物育种技术能有效提高作物产量、预防病虫害发生；生物肥料和农药采用生物技术提高作物生产性能，并且可以减少对土壤和环境的破坏；生物兽药和疫苗在安全性和效用上都更胜一筹；生物饲料与各类抗生素相比效果更佳，且不会产生副作用。整体来看，发展生物农业有利于促进循环经济发展，推动农业结构调整和优化升级，保障国家粮食安全和农业可持续发展，提高我国农产品的国际竞争力，是我国农业未来发展的方向之一。

具体来看，传统育种方式耗时长、筛选性状不确定、费时费力，已经逐渐被生物育种技术替代。生物育种技术突破了传统育种技术的种种局限，使农作物育种更精确、更高效、更可控且可预见，有利于加速培育高产、优质、抗逆、广适的作物新品种。近年来我国的生物育种技术虽然有了很大发展，但是与国外发达国家的大型种子公司相比，我国的育种行业发展仍相对落后。大力发展生物育种是我国赶超发达国家育种行业，在关键作物种子生产方面实现突破的必经之路。

目前国内的饲料已经基本实现工业化生产，饲料产量和饲料产品已经实现了大幅增长，饲料行业不断壮大，为我国养殖业的快速发展奠定了基础。但是，传统的谷物饲料在加工过程中易被霉菌等污染，人为加入不当物质或不按规定添加各类药物和添加剂的行为在我国也屡见不鲜，给消费者带来食用风险，也给环境带来了污染。生物饲料是利用微生物的新陈代谢和繁殖来生产和调制饲料，不但能有效提高畜禽对饲料原料营养物质的消化吸收和利用，减少抗生素等对人体有害的饲料添加剂的使用，不会对环境带来危害，而且能够缓解饲料原料紧张的状况，是对传统饲料很好的补充。

传统兽病防治中，青霉素等抗生素的使用一度大幅提高了防治效果，但在养殖中大规模使用抗生素后副作用突出，带来了养殖产品的食品安全风险。此后，安全、无毒、无副作用的生物制剂和生物兽药应运而生。生物兽药通过调节动物肠道内的微生物区系来防治疾病，不会产生抗生素带来的副作用，在畜禽养殖中获得较快发展。

传统化肥和农药的发明对防治农作物病虫害、提高农作物产量和经济效益起到了非常大的促进作用，但传统化肥农药存在化学物质残留、农业面源污染、过量使用等缺点。随着人们对环保和健康的日益关注，传统化肥农药在全球的使用都受到了一定限制，国内也提出了农药化肥零增长的发展目标，高效、低毒、低残留的化学农药和生物化肥农药成为政策推广的两个主要方向，国内也涌现出了一批新型的生物化肥农药生产企业。

二、全球生物农业推广较快

从全球来看，2011年全球生物农业产业销售收入达到846亿美元，且发展速度非常之快。在生物农业的五个领域中，生物育种是发展速度最快和目前应用最广、产值最大的领域。在部分发达国家，转基因育种已经成为大豆、玉米等作物的主流育种方式。全球生物化肥和农药、生物饲料、生物兽药及疫苗等领域近年来也取得了突破性的进展，生物农业技术和产品在欧美发达国家中的应用快速增长。

（一）全球转基因作物发展迅速

1996年，全球开始进行转基因作物商业化种植，在种植成本低、产量高、病虫害少等优势的驱动下，全球转基因作物种植面积大幅增长。1996年，全球转基因作物种植面积仅有160万公顷，至2015年种植面积已达到17 970万公顷，年均增长率达到45%（见图2－1）。在转基因作物种植初期，发达国家的种植面积占比较大，并且种植面积稳定增长。自2000年开始，巴西、阿根廷等发展中国家转基因作物种植面积开始大幅增长，并于2013年超过发达国家种植面积，成为全球转基因作物种植的主力。2017年，发展中国家转基因作物种植占比达到53%，发达国家占比下降至47%，未来仍有继续下降的趋势。

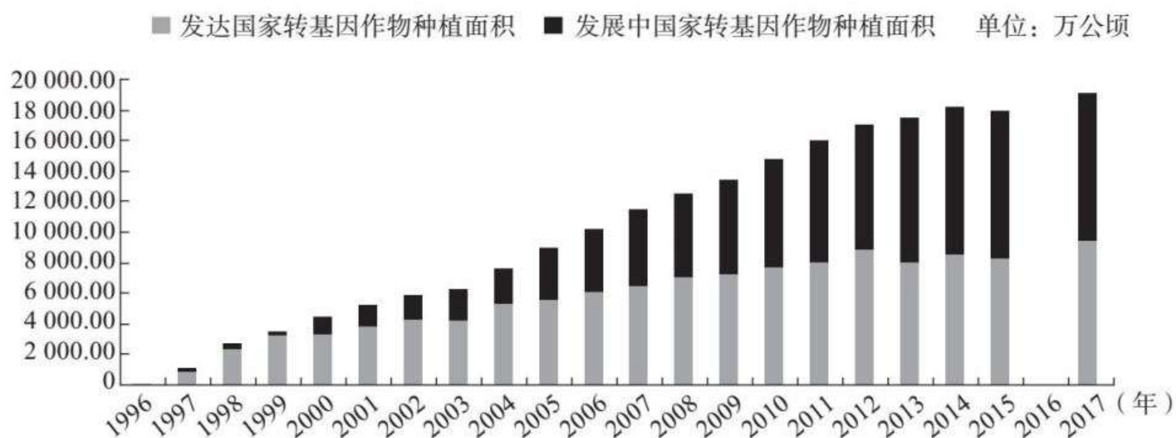


图2–1 全球转基因作物种植面积走势

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

从全球转基因作物的品种来看，大豆是种植面积最大的转基因作物，自1998年开始，转基因大豆的种植面积就稳定占到转基因作物种植总面积的50%以上，部分年份占比高达60%。其次是转基因玉米种植面积在30%左右，转基因棉花种植面积约13%，转基因油菜种植面积约5%。除了这四个品种外，全球还种植了转基因木瓜、甜菜、紫花苜蓿和其他品种，但占比不到1%，种植面积相对较小（见图2－2）。

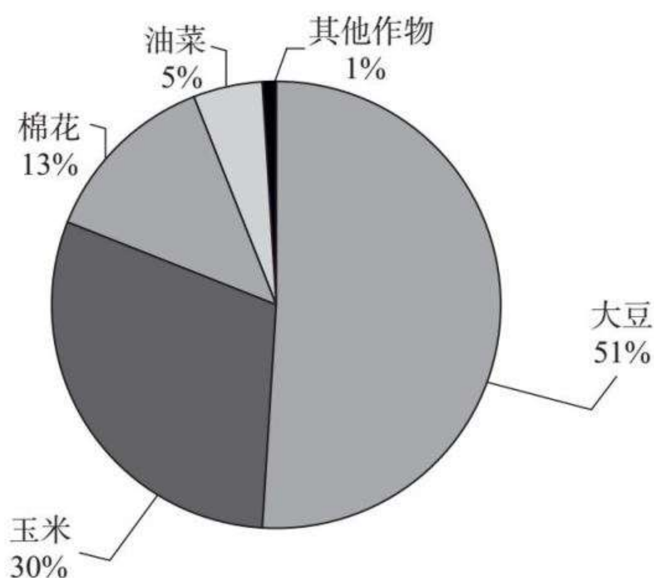


图2–2 全球不同转基因作物种植面积占比

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

从种植国家来看，美国是全球的转基因作物种植大国，在转基因作物发展初期，全球约80%的转基因作物都种植在美国。之后随着发展中国家转基因作物种植的兴起，美国的种植面积占比逐渐下降，至2015年占比降至40%，但其国内转基因作物种植面积仍然连年增长，目前仍是全球第一大转基因作物种植国家。2015年，巴西转基因作物种植面积达到4 420万公顷，在全球占比中达到24.6%，且近年来发展迅速，是转基因作物种植领域的后起之秀。此外，阿根廷、印度、加拿大、中国的转基因作物种植面积也位于前列（见图2－3）。目前美国种植的转基因作物主要是玉米、大豆、棉花、油菜籽、甜菜、苜蓿等，巴西种植的主要是大豆、玉米、棉花，阿根廷主要是大豆、玉米、棉花，印度主要是棉花，加拿大主要种植转基因油菜籽和玉米，中国主要种植转基因棉花。

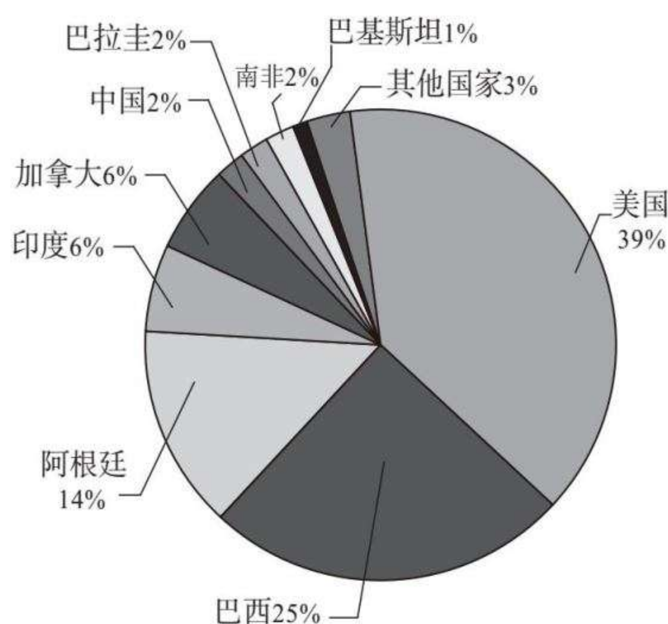


图2–3 全球主要转基因种植国家面积占比

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

欧洲国家对转基因普遍持怀疑态度，目前除西班牙等少数几个国家外，大部分欧洲国家均未放开转基因作物种植，且欧洲制定了严格

的转基因食品标记规定，对转基因作物和食品的态度相对谨慎。

全球转基因作物种植面积的扩大和生物育种技术的发展与主要育种公司的大量研发投入密不可分。20世纪七八十年代，发达国家转基因育种技术获得突破性发展，尤其是大型育种公司的技术突破和商业化推广带动了生物育种产业的快速发展。目前全球转基因作物育种技术主要集中在几大种业集团手中，其中孟山都（2018年6月7日已被拜耳公司收购）是全球种业领域的翘楚，杜邦、先正达、拜耳等农化巨头经过几十年的发展和规模扩张，也成为全球转基因育种的主要企业。

（二）全球生物农业其他领域规模相对较小

除了生物育种外，全球生物饲料、生物肥料、生物农药等领域的发展也较快，但其应用和产值与生物育种相比仍相对较小。其中生物饲料的应用相对广泛，目前欧美发达国家生物饲料的使用比例已经超过50%，生物饲料产品种类日益丰富，生产技术和应用技术水平大幅提高，并涌现出一批知名的生物饲料生产企业，产业化发展初显。全球生物农药和生物肥料的使用占比相对较小，其中生物农药占农业总市场的份额不到5%，且北美和欧洲占据了主要市场份额，目前欧洲生物农药的防治面积已经达到30%。生物肥料在全球的应用和推广历史已经有100年，当前在欧美发达国家，生物肥料的使用已经达到化肥总使用量的20%，美国、英国等国的生物肥料使用量已经达到50%。在生物疫苗领域，发达国家利用现代生物技术研发出多种用于重大动物疫病防控的新型疫苗，并取得了良好效果。而发展中国家在生物农业技术的应用和推广方面远远落后于发达国家。

三、我国生物农业产业初具规模

生物农业在国内外都属于新兴领域，中国生物农业的发展受到关键技术瓶颈、政策未放开等因素的影响，在技术研发和应用推广方面落后于欧美发达国家，但较其他发展中国家已经小有成就。经过近几十年的发展，中国的生物农业产业已经初具规模，国内涌现出了一批生物农业企业，若干生物农业领域的技术研发已经达到世界先进水平。未来若能在关键技术领域获得突破，我国的生物农业产业将大有作为。

（一）国家政策层面大力支持

生物农业是农业未来发展的方向之一，在国家政策层面，国务院及相关部门出台了一系列政策措施促进生物农业科技创新和成果转化应用，促进我国生物农业发展（见表2－7）。

表2–7 我国生物农业领域历年相关政策

发布时间	文件	内容措施
2007年	《生物产业发展“十一五”规划》	加速生物农业技术的研发及广泛应用，提升农业生产效益。重点发展农业良种、林业新品种、绿色农用生物产品、海洋生物资源开发
2007年	《农业科技发展规划（2006—2020年）》	要继续保持水稻、转基因抗虫棉、基因工程疫苗等方面的国际领先优势，带动畜禽水产优良品种、专用特色品种培育取得突破
2008年	《转基因生物新品种培育科技重大专项》	对实施转基因生物新品种给予高度肯定，计划动用资金近200亿元，支持转基因生物新品种培育

发布时间	文件	内容措施
2009年	《促进生物产业加快发展的若干政策》	指明生物农业领域是现代生物产业发展的重点领域之一，提出发展壮大生物企业、大力促进自主创新、培育高素质人才队伍、加大财税政策支持力度、积极拓宽融资渠道、创造良好市场环境、强化生物遗传资源保护和生物安全监管等若干措施，促进生物产业加快发展
2009年	《国家发展改革委办公厅关于请组织申报绿色农用生物产品高技术产业化专项的通知》	专项重点支持具有自主知识产权和对产业发展有重大支撑作用的重要绿色农用生物产品的产业化
2010年	《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》	着力培育生物育种产业，积极推广绿色农用生物产品，促进生物农业加快发展
2011年	《关于印发国家“十二五”科学和技术发展规划的通知》	对生物种业和农业生物药物制定发展目标
2012年	《国务院关于印发生物产业发展规划的通知》	加速科技成果转化推广，增强生物农业竞争力。提出提升生物育种核心竞争力、加快农用生物制品产业化、加强海洋生物资源开发利用
2016年	《生物产业发展“十三五”规划》	加速生物农业产业化发展，构建生物种业自主创新发展体系、推动农业生产绿色转型、开发动植物营养新产品

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

从国家政策的支持内容来看，生物育种是政策支持的重点，国家多次在规划文件中提出重点发展生物育种技术，并设立专项基金对相关领域的研发进行支持，其中转基因品种选育和技术研发是国家支持的重中之重。

（二）企业规模普遍偏小、技术转化比例较低

我国生物农业领域的生产企业或由国有中小型企业逐步转型而来，或由民营中小企业发展起来，企业规模普遍偏小，产业集中度不高，技术含量相对较低。以生物农药企业为例，我国有260多家生物农药企业，但规模普遍偏小，多数为中小乡镇企业，资金实力和技术实力都不高，未能形成规模化生产。再来看生物育种企业，虽然我国目前育种企业众多，但是市场占有率排名靠前的种子企业的市场份额不到10%，市场较为分散，且缺乏具有竞争力的龙头企业，在国际市场上仍不能与国际巨头抗衡。

生物农业是现代前沿生物技术与农业密切结合的新兴产业，对技术要求较高，国内众多科研院所、大学、实验室等机构承担了大量生物农业的研究工作，但是研究力量相对分散，研究方向多以理论研究为主，转化为实际应用的比例较低，科研与应用严重脱节。同时，生物农业属于技术性非常强的产业，而国内众多的生物农业企业规模偏小，资金有限，没有能力进行持续的研究，导致企业产品优势较传统产品并不显著，且价格偏高，不利于产品的应用推广。从政府支持的层面来看，虽然生物农业被列入战略新兴产业内，但是除了在财政实力较强的发达地区政府有能力对生物农业的发展进行支持补贴外，国内大部分省市政府财力有限，对生物农业发展的支持和奖励补贴政策也有限，未能有效地推动生物农业技术落地。

（三）生物育种是主要领域

生物育种是我国生物农业的主要领域，其中又以杂交育种和转基因育种为主，近年来这两种育种技术在中国都获得了较快发展。杂交育种方面，目前国内杂交玉米和杂交水稻种子市场规模分别占到43%和32%。中国杂交水稻育种技术已经达到世界领先水平，杂交水稻单产远高于南亚主要稻米生产国和出口国水平，为国内粮食产量的连年增长

奠定了基础。转基因育种方面，中国是全球第六大转基因作物种植国，国内种植的转基因作物主要是棉花和番木瓜，目前国内的转基因棉花种植已经达到棉花播种总面积的96%。转基因技术的应用使得我国棉花种植的单产大幅提高，同时抗病虫害的能力大大增强。在转基因技术研发领域，我国已经开展了棉花、小麦、玉米、大豆等作物的转基因育种研发工作，并取得了一系列研究成果，做好了充足的技术储备，超级稻、转基因抗虫棉等生物育种技术已经达到世界先进水平，成为少数能独立完成大作物测序工作的国家之一。

目前国内大型的生物育种企业普遍在主板上市，如隆平高科、登海种业、荃银高科、神农基因、丰乐种业等，这些企业都拥有“育繁推”一体化的经营能力，研发实力雄厚，普遍拥有较强的核心技术、研发人员和优势产品，营业收入和利润水平相对较高。尽管国内部分生物育种企业已经具备较强的研发、育种实力，但与发达国家种业巨头相比，无论是研发投入还是收入水平都有不小的差距。国内第二梯队生物育种企业普遍在新三板挂牌，这些企业基本属于在某一地区、某一产品上具有独特优势的小而精企业，与第一梯队企业形成差异化竞争的格局。

（四）生物农药发展较快

我国近年来生物农药也获得较快发展。最新统计显示，我国生物农药年产量达到近30万吨（包括原药和制剂），约占农药总产量的8%。目前我国生物农药防治覆盖率近10%，尽管近年来增长幅度较大，但仍比发达国家低20%~30%。我国已登记生物农药有效成分102个、产品3 500多个，分别占农药登记的16%和10%，且每年仍以4%左右的速度递增。在传统的化学农药发展受到制约的背景下，生物农药以其绿色、安全、环保等特性受到市场的青睐，国家政策也大力支持生物农药等绿色统防统治技术的运用，我国生物农药产业未来有望继续保持快速发展。

从企业发展情况来看，目前国内生物农药企业具有以下一些特征：首先，营收和利润相对较高的企业是以化学农药生产为主、生物农药生产为辅的综合性企业，说明化学农药依旧是国内农药生产的主流；其次，随着国内对农业绿色生产和食品安全的日益重视，生物农药需求逐步提高，国内生物农药企业也日益注重产品质量和品牌打造，部分企业已经形成了系统的植物绿色防控方案和产品，并取得了不错的防治效果；最后，部分企业业务涵盖生物农业多个领域，形成多元化发展路径。

（五）生物化肥企业规模偏小

截至2015年末，国内共有微生物及有机肥料生产企业600多家，生产微生物肥料产量达到1 000万吨，部分企业已经建立了生物工程实验室和良好的产品品牌。但是整体来看，国内生物肥料生产企业规模普遍偏小，生产技术水平整体不高，缺乏龙头公司和领军企业，产品稳定性和研发能力也不强。此外，国内生物肥料企业发展还具有以下一些特征：首先，生物肥料企业普遍融合生物、有机、水溶等多种技术，开发出了多样化、种类丰富、功能各异的生物肥料产品，形成了产品多样化的竞争路线；其次，企业产品横跨生物农业多个领域，形成全面的生物农业产品体系，一方面有助于增加收入，另一方面有助于通过多样化的产品增加客户黏性；最后，传统化学肥料公司向生物肥料领域延伸。随着国内开始化肥零增量行动，传统化学肥料公司的增长空间受到限制，它们开始向绿色、安全的生物肥料领域拓展。2015年，国内复合肥生产龙头企业芭田股份收购新三板挂牌公司阿姆斯，将公司主营业务拓展至生物有机肥、秸秆腐熟剂等领域，为公司长远发展奠定了基础，也有助于双方合作研发出新型肥料产品，带动我国生物肥料技术进步。

（六）生物兽药及疫苗产业集中度高

生物兽药及疫苗均是兽用生物制品，在我国，兽用疫苗市场占到了兽用生物制品市场规模的90%，是兽用生物制品的主要组成部分，因此我国兽用疫苗的发展就代表了兽用生物制品产业的发展。我国的生物兽药及疫苗技术发展也较快，尤其是国家实施强制免疫计划以来，国内动物疫苗市场规模快速扩大，出现了一批以生物技术为主的兽药和疫苗公司，在生物疫苗等方面的技术研发也已经达到世界先进水平。2015年，国内共有约77家兽用生物制品生产企业，实现产值共计118.9亿元，销售额前10的生物制药品的销售额占比达到57.28%，产业集中度较高。同时生物制品在兽药市场规模中占比达到25%，呈逐年上升趋势，兽用生物制品以其绿色、安全、无残留等优点在兽药市场中的份额逐年提升。

目前国内生物动物制品企业存在以下一些特征：首先，大部分企业产品以强制免疫苗为主，这与国内动物疫苗市场的产品结构相一致；其次，部分企业以细分领域的特色产品作为突破口，在细分领域内具有一定竞争优势，具有小而精的特点；最后，部分企业产品涵盖了生物农业内多项技术，打通了生物农业领域内多个领域。

（七）生物饲料领域竞争激烈

在国内畜禽养殖行业中，抗生素的滥用已经严重危害到消费者的健康，而生物饲料则不会在畜禽体内形成残留，不会危害人类健康，可以代替抗生素在畜禽养殖中使用。从全球来看，生物饲料在畜禽养殖中的使用比例较高，部分欧美国家的生物饲料使用比例已经超过50%。与欧美国家相比，我国的生物饲料使用比例较低，2015年国内饲料产量达到2亿吨，其中生物饲料产量占比相对较低，生物饲料产值在饲料总产值中的比重不到10%。

国内生物饲料企业具备如下一些特征：首先，生物饲料生产企业普遍以多样化产品路线为主，在生物饲料、生物兽药等领域都有布局；其次，生物饲料生产领域的企业众多，竞争激烈，企业既面临来

自国内生产企业的竞争，也面临来自外资企业的竞争；最后，生物饲料产品种类较为多样，各企业均能依托核心的技术优势和科研人员在细分领域获得一定市场份额。

综上所述，我国生物农业部分领域发展情况如表2－8所示。

表2–8 我国生物农业部分领域发展情况

领域	公司数量	产品数量	产值	占比	主要产品
生物肥料	1 000 多家	2 000 多个	200 亿元	—	固氮菌剂、根瘤菌剂、硅酸盐菌剂
生物饲料	1 000 多家	—	600 亿元	10%	饲用酶制剂、抗菌蛋白、天然植物提取物
生物农药	260 多家	3 500 个	30 亿元	9%	农用抗生素、植物源农药、病毒类农药、真菌类农药等
兽用生物制品	约 77 家	—	118.9 亿元	25%	生物兽药、生物疫苗

资料来源：中国期刊网，工行投行研究中心。

四、主要生物农业企业融资情况差异较大

（一）主要上市公司融资通畅

我国生物农业领域的上市公司以生物育种、生物饲料、生物兽药及疫苗领域内的上市公司为主，其中生物育种领域的上市公司有隆平高科、荃银高科、登海种业、神农基因等；生物饲料类上市公司包括大北农、溢多利等；生物兽药疫苗类的上市公司有普莱柯、中牧股份、瑞普生物、海利生物等。在传统的肥料和农药公司中，部分大型

上市公司也开始布局生物农药业务，在生物农药领域的研发和创新力度逐步加大，形成了传统业务与新兴业务双轮驱动的模式，如红太阳、诺普信等。A股上市生物农业企业直接融资事件，如表2－9所示。

表2–9 A股上市生物农业企业直接融资事件

证券代码	公司	领域	直接融资事件
000998	隆平高科	生物育种	2016 年 1 月非公开发行股份募集资金 30.77 亿元
300087	荃银高科		2010 年首次公开发行股份募集资金 4.7 亿元
600354	敦煌种业		2015 年 8 月非公开发行股份募集资金 4.8 亿元
300189	神农基因		2011 年首次公开发行股份募集资金 9.6 亿元
000713	丰乐种业		2010 年 10 月非公开发行股份募集资金 4.47 亿元
002385	大北农	生物饲料、生物疫苗	2015 年 10 月非公开发行股份募集资金 22 亿元
300381	溢多利	生物饲料	2016 年 7 月非公开发行股份募集资金 5.2 亿元
600226	瀚叶股份	生物兽药、生物农药	2017 年非公开发行股份募集资金 23 亿元
600796	钱江生化	生物农药	2001 年配股募资 1.28 亿元
002100	天康生物	生物兽药、生物疫苗	2015 年 7 月非公开发行股份募集资金 18 亿元
603718	海利生物		2015 年 A 股上市募集资金 4.77 亿元
600195	中牧股份		2013 年非公开发行股份募集资金 4.86 亿元
603566	普莱柯		2015 年 A 股上市募集资金 5.6 亿元
300119	瑞普生物		2016 年非公开发行股份募集资金 2.29 亿元

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

与非上市企业相比，生物农业类上市公司的融资渠道更多、更加通畅和多样，且融资规模也更大，这就有利于增强相关企业资金实力，在生物技术研发领域进行更大投入，促进相关企业技术和产品的进步。同时从分布领域来看，国内生物农业相关上市公司中，生物育种和生物兽药疫苗类公司较多，已经上市的生物农业公司多集中在这两个领域，这与目前国内生物育种和生物疫苗技术的推广更加广泛、应用更加普遍的现状相符合。相比之下，生物肥料和生物农药类的上市公司较少，且相关公司普遍是在主营化学制剂的基础之上所做出的产品创新，说明国内这两个领域内的生物农业企业仍需要进一步培养壮大。

（二）三板挂牌生物农业企业融资渠道打开

目前，国内生物农业的发展正处于成长阶段，参与公司数量较多，但大部分公司规模普遍偏小，达不到在主板上市的要求，在新三板挂牌的情况较多。目前在新三板挂牌的生物肥料企业有根力多、宝源生物、力力惠等，生物农药企业有美兰股份、中捷四方、新龙股份等，生物育种企业有垦丰种业、秋乐种业、西科种业等。整体来看，在三板挂牌的生物农业企业数量远高于在主板上市的企业数量，同时相关企业的融资渠道也已经打开，部分企业通过定向增发或短期借款等形式获得了进一步发展的资金支持，如根力多于2018年4月定向增发募集资金7 342万元，美兰股份于2016年定向增发募集资金801万元，中捷四方于2018年定向增发募集2 008万元。虽然三板挂牌企业募集资金金额较主板上市企业募资金额偏少，但融资渠道已经打开，企业发展已经能够获得资金支持。

（三）PE/VC领域融资案例较少

除了上市和新三板挂牌外，传统的资本市场融资渠道还有PE/VC（私募股权/风险投资）融资。生物农业企业作为高新技术企业，并没有受到资本的热捧，这也许与其具有的农业属性、技术水平有待提高、企业盈利尚不稳定等因素有关。目前我们所收集到的有关生物农业企业获得PE/VC融资的事件仅有以下6例（见表2－10），且其中永顺制药和泰谷生物已经在新三板挂牌，瑞普生物已经在A股上市。总的来说，生物农业并不是资本青睐的领域，我国大部分生物农业企业的融资渠道仍不通畅。

表2–10 生物农业企业PE/VC融资事件

公司	主营产品	成立日期	投资机构	交易金额
领先生物	有机肥料及微生物肥料制造	1999年	中国高新投资	507万美元
永顺制药	兽用生物制品、兽用疫苗制剂	2002年	中科白云	437万美元
泰谷生物	生物有机肥系列、生物兽药、生物饲料	2008年	烨达股权投资、东证锦信、联创永锋、永乾投资、新安财富、Lingri Asset（凌日资产）	759万美元
泰谷集团	生物有机肥系列、生物兽药、生物饲料	2008年	天赋资本	5 000万元
瑞普生物	生物疫苗、生物技术	2001年	中科招商	703万美元
瑞普生物	生物疫苗、生物技术	2001年	道杰席胜	760万美元

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

整体来看，我国生物农业企业融资形势严峻，若能在新三板挂牌或在A股上市，则企业融资渠道将逐步多样化，但目前国内大多数生物农业企业规模偏小，达不到挂牌条件，无法通过这一渠道融资。另外各类PE和VC机构对生物农业领域的投资也不积极，生物农业企业的融资或为银行抵押贷款，或自筹资金，融资渠道单一，融资成本较高，不利于企业的长远发展。

五、我国生物农业发展有望加速

（一）依托产业园区的集聚效应快速发展

国内生物农业企业普遍规模偏小，它们在产业园内聚集，一方面更易于得到国家和地方各方面的政策扶持和补贴，另一方面，这种聚集也易形成产业链上下游聚集的效应，有助于打通和形成完整产业链，促进生物农业产业化发展。目前国内各地已经设立了一批高新技术开发区，在开发区内聚集了众多高新技术企业和科研人才，孵化和成长了一批高新技术企业。从新三板上市的生物农业企业情况来看，大部分企业均设立于高新区内，初步形成了一定的产业聚集效应，江苏、浙江、湖南等地也建立了一批生物技术产业基地，形成了产业集聚的良好氛围。未来在产业聚集的基础上，国家和地方政府在配套设施、支持政策、产业链完善等方面进一步引导和支持，将有效促进国内生物农业企业发展壮大。

（二）生物育种产业有望率先突破

生物育种是我国发展最快的生物农业领域，育种也是国家政策大力支持的领域。2017年一号文件提出“加大实施种业自主创新重大工程和主要农作物良种联合攻关力度，加快适宜机械化生产、优质高产‘多抗广适’新品种选育”，生物育种作为育种技术的最新领域和

发展趋势，对提高我国的农作物产量和抗病虫害能力，保障我国的粮食安全有重大意义。目前国内已经有数家生物育种上市公司年营业收入超过10亿元，龙头企业隆平高科年营业收入达到20亿元，在所有生物农业企业内属于科研实力和资金力量都相对雄厚的企业。未来在国家政策的推动下，以隆平高科为代表的生物育种企业有望最先实现经营规模和技术的突破，成为生物农业领域的领军企业。

（三）我国农业规模化提升有利于生物农业技术的推广应用

发展生物农业对提高我国农业现代化水平、改善我国耕地质量和食品安全问题、促进农业可持续发展具有积极的促进作用。反过来，现阶段我国农业现代化、规模化水平的提升也有利于促进生物农业技术的推广应用。尤其是近几年随着土地流转的盛行，国内耕地集中、连片化水平迅速提高，规模化水平的提高增加了对现代农业技术和大型农业设备的需求，规模化经营主体对先进技术和设备的应用也更加主动，这就有利于促进生物肥料、生物农药等生物农业技术的推广应用。我国养殖规模化水平提高的同时也加大了疫病防治风险，随着市场对生物兽药和疫苗需求的增加，生物兽药和疫苗市场规模也将逐步扩大。后期我国农业规模化水平提高和生物技术的应用推广将形成良好的互相促进作用。

（四）综合性生物技术企业发展有望加速

生物技术的应用领域较为广泛，除了应用于农业领域外，还可以运用在环保、工业生产、能源等多个领域。而现代生物技术与其他学科的交叉汇集又能产生新的学科和应用，国外大型日化集团、农化集团普遍对生物技术进行布局，生物技术研发及交叉学科发展在国外已经相对成熟。而国内部分生物技术企业也以多样化的技术和产品开拓

市场，初步形成了多元化的发展格局。未来随着生物技术的发展和企业实力的增强，国内有望涌现出一批综合性的生物技术企业，通过打通生物技术多个领域实现技术的共享、产品的创新和规模的扩大。

（五）向农业综合防治方案服务商方向发展

2018年中央一号文件及各类政策文件都鼓励大力发展农业综合服务商，除了农机服务外，农业绿色综合防治服务是农业服务的重要内容。现代生物技术可以与信息技术、环境监测技术、互联网等技术相结合，对农业生产环境进行监测，为农业生产者提供预防、诊断、改良等农业综合防治服务，这也将是我国生物农业企业未来发展的方向之一，即以生物技术为切口，向农业综合服务商转型，不但为农业生产者提供农业绿色生产资料，还提供技术指导、环境监测、统防统治等综合服务方案，并且可以为农业生产者提供个性化服务方案定制等服务，通过综合服务增强客户黏性、提高服务客户的效果和满意度，进而提高我国生物农业应用水平。

（六）传统企业并购生物农业企业机会增多

从国外发展经验来看，大型农化巨头、日化巨头纷纷通过并购等方式布局生物农业领域，原因有两个方面：一是巨头看好生物农业发展前景，二是通过并购在技术、市场、功能等方面易产生协同效应，进而实现市场扩容和业务增长。国内近几年也出现了传统企业并购生物农业企业的案例，但是数量不多，预计未来随着农业发展向绿色可持续方向转型，国内传统企业并购生物农业企业的案例将逐步增多。

目前国内传统化肥、农药领域已经涌现出一批规模化生产企业，但在农业绿色生产的趋势下，化学产品的增长空间受到限制，传统化肥农药企业发展速度放缓，亟须转型升级。在这样的背景下，传统化肥农药企业向生物化肥和生物农药领域进军既符合农业绿色生产的趋

势，又有助于扩大市场范围，增加新的盈利增长点。而通过并购等方式快速切入生物技术领域是最快速和便捷的方式，新三板挂牌企业则是很好的并购标的。预计未来传统化肥农药企业并购生物化肥农药企业的活动将逐渐增多。

生物育种领域也是未来并购机会较多的领域，国内主板上市育种龙头企业近年来在并购领域动作频繁，主要企业均通过并购扩大育种范围和销售市场范围，而新三板挂牌育种企业，尤其是在某一作物上或地区内具有竞争优势的育种企业无疑是进行并购的优选标的。

同时，国外生物农业技术先进，应用领域和范围已经远超过国内水平，也涌现出一批技术领先的生物农业企业，国内实力雄厚的农化、种子企业可以通过海外并购的形式向生物农业领域延伸，在海外市场进行布局。

第三章

云上之战，硝烟弥漫



第一节
云计算提供一种按资源使用量付费的模式

政策利好，技术日渐成熟，社会从尝试到接受，云计算已经度过了炒作期，成为基础性生产力工具，全球范围内云计算市场增长明确可期。

云计算的高速增长，吸引了数量众多的企业，产业竞争格局初步显现。全球范围内，云计算市场主要是由亚马逊、IBM（国际商业机器公司）、微软、谷歌和阿里巴巴市场形成的竞争格局。在国内，阿里云占据IaaS（基础设施即服务）公有云市场近半的份额，华为云等发展势头强劲。未来，在IaaS领域，云计算市场集中度将会进一步提升，激烈的竞争将会在两个层面显现：一是巨头们会继续挤占其他企业的市场份额；二是巨头之间会展开激烈的角逐。在PaaS（平台即服务）领域，生态化发展是方向，巨头之间的生态平台竞争可能会愈演愈烈。在SaaS（软件即服务）领域，需求多样化特征明显，行业集中度较低，为数众多的企业将在不同的细分领域展开市场化竞争。云上之战，硝烟弥漫。

一、云计算提升资源利用效率

早在1983年，太阳电脑（Sun Microsystems）曾提出“网络即电脑”。2006年3月，亚马逊推出了弹性计算云服务。2006年8月9日，谷

歌首席执行官埃里克·施密特在2006年搜索引擎大会上首次提出“云计算”的概念。

对于云计算的定义有多种说法，现阶段广为接受的是美国国家标准与技术研究院（NIST）的定义：云计算是一种按使用量付费的模式，这种模式提供可用的、便捷的、按需的网络访问，进入可配置的计算资源共享池（资源包括网络、服务器、存储、应用软件、服务），只需投入很少的管理工作或与服务供应商进行很少的交互，这些资源就能够被快速提供。

云计算的本质是减少资源空置时间，提升资源利用效率。

二、云计算具有按需服务等八大特点

云计算具有以下八个主要特点。

超大规模。“云”具有相当的规模，谷歌云计算已经拥有100多万台服务器，亚马逊、IBM、微软、雅虎等的“云”均拥有几十万台服务器。企业私有云一般拥有数百上千台服务器。“云”能赋予用户前所未有的计算能力。

虚拟化。云计算支持用户在任意位置，使用各种终端获取应用服务。所请求的资源来自“云”，而不是固定的有形的实体。应用在“云”中某处运行，但实际上用户无须了解、也不用担心应用运行的具体位置。用户只需要一台笔记本或者一个手机，就可以通过网络服务来实现所需，甚至包括超级计算这样的任务。

高可靠性。“云”使用了数据多副本容错、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机可靠。

通用性。云计算不针对特定的应用，在“云”的支撑下可以构造出各种各样的应用，同一个“云”可以同时支撑不同的应用运行。

高可扩展性。“云”的规模可以动态伸缩，满足应用和用户规模增长的需要。

按需服务。“云”是一个庞大的资源池，用户可按需购买；云可以像自来水、电、煤气那样计费。

低成本。“云”的特殊容错措施可以允许它采用低成本的节点来构成云，“云”的自动化集中式管理使企业无须负担日益高昂的数据中心管理成本，“云”的通用性使资源的利用率较之传统系统大幅提升，因此用户可以充分享受“云”的低成本优势，经常只要花费几百美元、几天时间就能完成以前需要数万美元、数月时间才能完成的任务。

信息安全令人担忧。一个云计算用户的数据对于数据所有者以外的其他云计算用户是保密的，但是对于提供云计算的商业机构而言却是毫无秘密可言的。这是商业机构和政府机构选择云计算服务时，不得不考虑的一个风险。

三、云计算的四种部署模式：公、私、行业、混合

根据使用云计算平台用户范围及云资源归属和控制方的不同，一般将云计算分成私有云、公有云、行业云（社区云）和混合云四种部署模式。

公有云。公有云是指云服务可被任意云服务客户使用，且资源被云服务提供者控制的一种云部署模型。公有云可由企业、研究机构、政府组织或几者联合拥有、管理和运营。公有云在云服务提供者的场内，一般情况下，公有云对参与方没有限制。

私有云。私有云是指云服务仅被一个云服务客户使用，且资源被该云服务客户控制的一类云部署模型。私有云可由云服务客户自身或第三方拥有、管理和运营。

私有云可在云服务客户的场内或场外。一般情况下，私有云的客户只局限于某个组织。

行业云（社区云）。行业云是指云服务仅由一组特定的云服务客户使用和共享的一种云部署模型。这组云服务客户的需求共享，彼此相关，且资源由组内云服务客户控制或云服务提供商控制。行业云可由社区里的一个或多个组织、第三方或两者联合拥有、管理和运营。行业云可在云服务客户的场内或场外。行业云局限于有共同关注点的行业内客户，这些共同关注点包括但不限于：业务需求、安全需求、政策符合性考虑等。

混合云。混合云是指至少包含以上两种不同云计算部署模式的模式。

四、云计算的三种服务模式

根据云服务商提供资源类型的不同，云计算有三种服务模式：基础设施即服务、平台即服务、软件即服务。

IaaS（基础设施即服务，Infrastructure as a Service）。在IaaS模式下，云服务商向用户提供虚拟计算机、存储、网络等计算资源，提供访问云基础设施的服务接口。用户可在这些资源上部署或运行操作系统、中间件、数据库和应用软件等。用户通常不能管理或控制云基础设施，但能控制自己部署的操作系统、存储和应用，也能部分控制使用的网络组件。

PaaS（平台即服务，Platform as a Service）。在PaaS模式下，云服务商向用户提供的是运行在云基础设施之上的软件开发和运行平台，如：标准语言与工具、数据访问、通用接口等。用户可利用该平台开发和部署自己的软件。用户通常不能管理或控制支撑平台运行所

需的底层资源，如网络、服务器、操作系统、存储等，但可对应用的运行环境进行配置，控制自己部署的应用。

SaaS（软件即服务，Software as a Service）。在SaaS模式下，云服务商向用户提供的是运行在云基础设施之上的应用软件。用户不需要购买、开发软件，只需利用不同设备上的用户端（如web浏览器）或程序接口，通过网络访问和使用云服务商提供的应用软件，如电子邮件系统、协同办公系统等。用户通常不能管理或控制支撑应用软件运行的底层资源，如网络、服务器、操作系统、存储等，但可对应用软件进行有限的配置管理。

第二节
云计算高速增长可期

一、政策大力支持，云计算发展前景明朗

近年来，国内云计算发展政策频频出台，我国云计算产业发展、行业推广、应用基础等重要环节的宏观政策环境已经基本形成。

2015年1月，国务院印发《国务院关于促进云计算创新发展培育信息产业新业态的意见》（国发〔2015〕5号），该意见指出：到2020年云计算应用基本普及，服务能力达到国际先进水平。

2015年11月，工信部办公厅印发《云计算综合标准化体系建设指南》，旨在为云计算和云服务建立统一标准。

2016年3月，《“十三五”规划纲要》指出，要重点突破大数据和云计算关键技术，并积极推进云计算和物联网发展。

2016年7月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《国家信息化发展战略纲要》，提出着力构筑移动互联网、云计算、大数据、物联网等领域比较优势。

2017年4月10日，工信部印发《云计算发展三年行动计划（2017—2019年）》（以下简称《计划》），《计划》要求，到2019年，中国云计算企业的国际影响力显著增强，涌现2至3家在全球云计算市场中具有较大份额的领军企业，突破一批核心关键技术，云计算服务能力达到国际先进水平，对新一代信息产业发展的带动效应显著增强；《计划》提出，到2019年，我国云计算产业规模达到4 300亿元。2015

年中国云计算产业规模已达1 500亿元，因此2015—2019年我国云计算产业规模年复合增长率会高达30%。

在行业应用层面，云计算应用范围广泛，市场空间巨大。以金融行业为例，2016年7月，银监会发布《中国银行业信息科技“十三五”发展规划监管指导意见（征求意见稿）》，指出要“探索建立银行业金融公共服务行业云，构建私有云与行业云相结合的混合云应用”，并明确提出：未来5年银行业60%以上的业务系统上金融云，75%场景实现智能运维。中国人民银行也在《中国金融业信息技术“十三五”发展规划》中要求落实推动新技术应用，促进金融创新发展，稳步推进系统架构和云计算技术应用研究。

二、技术进步和规模效应良性互动，支撑云计算市场不断增长

相较于传统IT架构，云计算中的IaaS和PaaS具有稳定性强、安全可靠和高可扩展性的技术优势，SaaS具有快速部署和拓展、安全可靠、易于整合、低成本的优势。对于企业而言，采用云计算模式，不仅可以有效降低IT设施建设和运维成本，而且能够以较低价格获得更好的IT基础设施，迅速获得IT能力，从而能够把有限的资源集中在业务发展上。对于终端用户而言，不必再购买所有需要的硬件、软件、存储、网络等资源，转而购买需要的服务，商业模式自此由买卖产品转向买卖服务，盈利模式也由一次性支付变为按需支付服务费。

云计算是IT资源的共享模式，具备共享经济包含的要素——规模效应、边际成本递减和标准化产品等。同时，终端客户在选择云计算产品和服务时，会优先考虑具有品牌效应的企业，这也是互联网时代赢家通吃效应的一个体现。

随着技术的发展，云计算服务价格逐步下降，云计算渗透率不断提升，规模效应带来价格的进一步下降，良性互动会有力支撑市场空

间的拓展。

三、云计算接受度高于预期，市场增长潜力巨大

（一）企业云计算接受度高于预期

根据2018年3月28日阿里云、IEEE（电气电子工程师学会）中国、阿里研究院联合发布的《中国云信任报告》，在中国，“云”已经逐渐成为企业所接受的主流IT和商业模式：60%的企业用“云”支撑主营业务网站，过半数企业用“云”支撑核心业务系统。初创公司群体中，业务全部上云的比例达到59%。中国企业对“云”的信任状况高于预期：74%的企业已经认为“云”值得信任，近半数企业认为云上更加安全；已经上云的企业对云计算的信任度高出未上云企业的52%。

（二）企业云计算渗透率提升潜力巨大

根据451 Research（国外的一家调研机构）对全球451名客户的调查，截至2016年12月，全球只有31%的客户深度应用了云计算，31%的客户浅度采用了云计算模型，38%的客户尚处于测试和评估云计算的阶段。

在451 Research的企业IT开支情况调查中，有44%的客户计划增加云计算开支，38%的客户计划增加整体IT开支；4%的客户计划减少云计算开支，11%的客户计划减少整体IT开支。这意味着部分客户在减少整体IT开支的情况下也会增加云计算的开支。

（三）云计算应用范围日渐扩大

随着云计算技术的进步及云计算应用的深入，云计算应用的范围正在日渐扩大。据思科预计，到2021年，94%的工作流和计算任务将在云数据中心内进行处理，仅6%的工作流会在传统数据中心内处理。

（四）全球公有云年均复合增长率远超IT行业整体支出增长率

根据Gartner（高德纳，全球权威的IT研究与顾问咨询公司）的数据，2017年全球IT支出是3.51万亿美元，同比增长3.3%，除去通信服务的IT支出是2.12万亿美元，同比增长5.0%。在IT支出的领域中，软件支出同比增长9.4%，达到3 540亿美元，是增长最快的子领域。在Gartner的预测中，2016—2021的软件支出年均复合增长率为7.9%，同样是增长最快的子领域（见表3－1）。

表3–1 全球IT支出的变化（单位：10亿美元）

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	复合增长率（%）（2016—2021年）
数据中心系统支出	171	170	173	176	178	178	178	–
年增长率（%）	–	–0.6%	1.8%	1.7%	1.1%	0	0	0.68%
设备支出	646	630	664	697	709	715	718	–
年增长率（%）	–	–2.5%	5.4%	5.0%	1.7%	0.8%	0.4%	1.81%
软件支出	310	326	354	387	419	453	489	–
年增长率（%）	–	5.2%	8.6%	9.3%	8.3%	8.1%	7.9%	7.9%
IT 服务支出	866	894	931	980	1025	1074	1126	–
年增长率（%）	–	3.0%	4.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	4.47%
通信服务支出	1392	1374	1387	1417	1434	1454	1481	–
年增长率（%）	–	–1.3%	0.9%	2.2%	1.2%	1.4%	1.9%	1.04%

资料来源：Gartner，工行投行研究中心。

根据IDC（互联网数据中心）的报告，2017年全球公有云的支出为1 072亿美元，2013年公有云的支出为474亿美元，2013—2017年均复

合增长率为23.5%（见图3－1）。全球公有云年均复合增长率远超IT行业整体支出增长率。

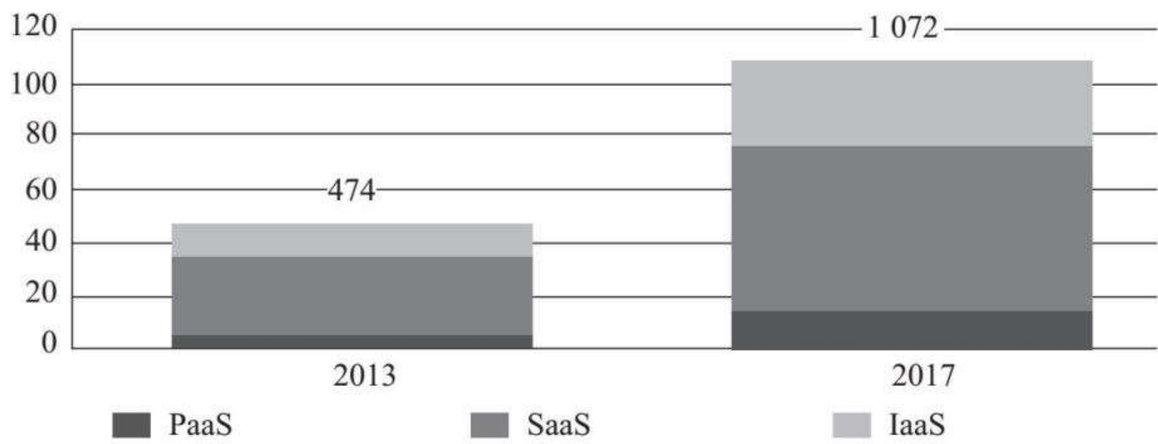


图3–1 全球公有云支出（单位：亿美元）

资料来源：IDC，工行投行研究中心。

四、全球范围内云计算市场高速增长可期

（一）全球云计算市场持续增长

根据Gartner的最新数据，2017年全球公有云服务市场规模达到1 110亿美元，增速29.22%。预计未来几年市场平均增长率在22%左右，到2021年市场规模将达到2461亿美元。其中，2017年全球IaaS市场规模达到326亿美元，增速为35.27%，预计未来几年仍将快速增长；2017年全球PaaS市场规模达到128亿美元，增速为28%，预计未来几年的年均复合增长率将保持在20%以上；2017年全球SaaS市场规模达到656亿美元，增速为26.64%，预计未来几年增速将放缓，到2021年增速或降至15%左右。如图3－2所示。

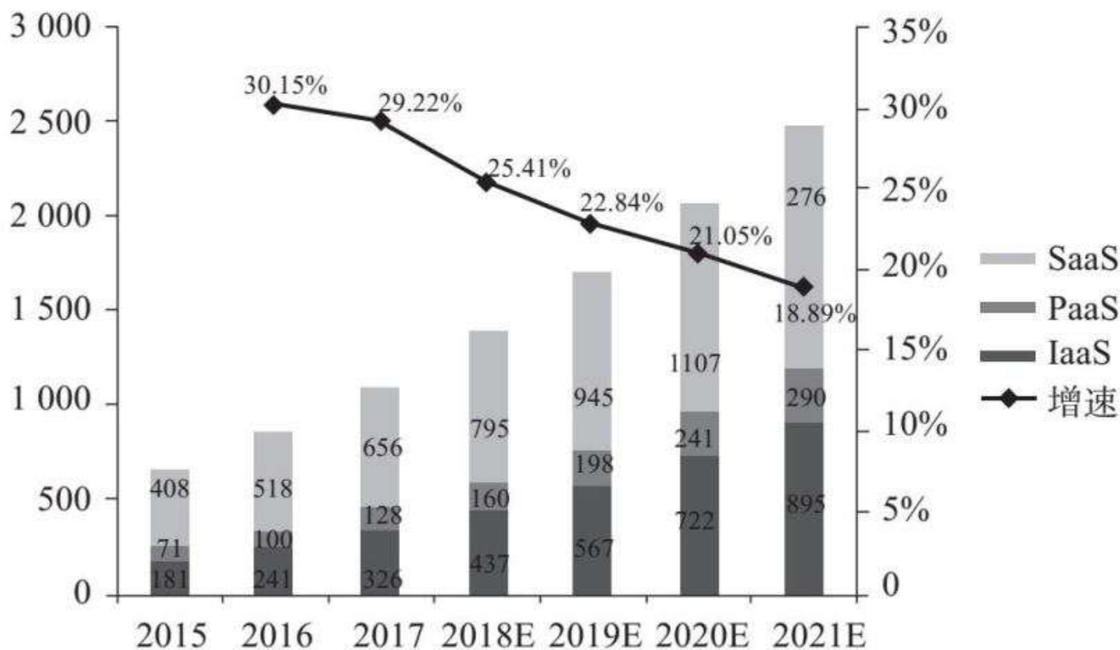


图3–2 全球公有云市场规模及增速（市场规模单位：亿美元）

资料来源：Gartner，工行投行研究中心。

（二）我国云计算市场高速增长

根据中国信息通信研究院发布的《2018年云计算发展白皮书》，2017年中国云计算市场规模达到691.6亿元，增速34.32%。其中，公有云市场规模达到264.8亿元（见图3－3），相比2016年增长55.7%，预计2018—2021年中国公有云市场将继续保持高增速，到2021年市场规模将达到902.6亿元。私有云市场规模达到426.8亿元，较2016年增长23.8%，预计未来几年将保持稳定增长，到2021年市场规模将达到955.7亿元。如图3－4所示。

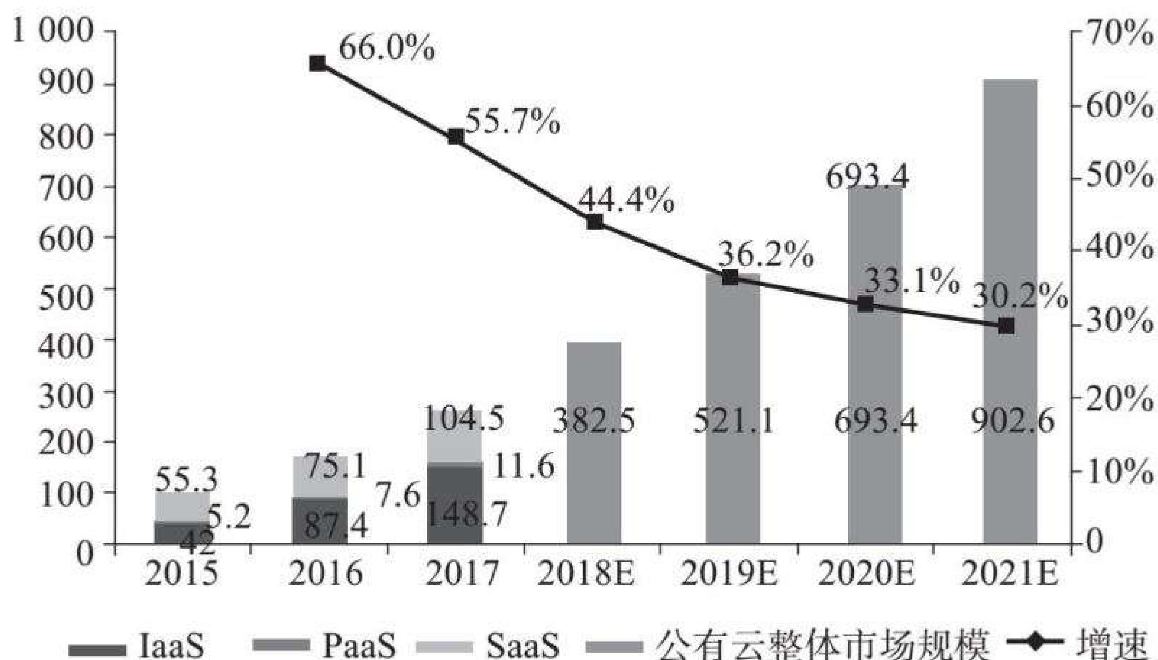


图3–3 中国公有云市场规模及增速（市场规模单位：亿元）

资料来源：中国信息通信研究院，工行投行研究中心。



图3–4 中国私有云市场规模及增速（市场规模单位：亿元）

资料来源：中国信息通信研究院，工行投行研究中心。

第三节
云计算市场格局初现并不断变化

一、云计算产业链四大组成部分：物理、逻辑、平台、应用

云计算产业链可以分为物理基础资源、逻辑（虚拟）基础资源、基础软件平台资源、应用软件资源四部分。整体来看，位于底部（产业链上游）的一层可以为其上面（产业链下游）的任何一层或者终端客户提供服务。在链条中，越是底部，标准化程度越高，规模效应越显著，价格战也越有效；越是上层，越接近用户，标准化程度越低，用户需求更加多样化，垂直细分领域的深耕细作显得更为重要。具体到每一部分，物理基础资源供应和逻辑基础资源服务部分核心技术门槛较高，具有较强的规模效应，多种技术融合发展是趋势，未来将会形成少数厂商垄断市场的局面；基础软件平台部分主要面向的是企业客户和开发者，生态化发展是方向，未来可能出现多个巨头争霸的情况；应用软件部分最贴近客户，需求多样化特征明显，潜在市场空间巨大，未来充分市场化、行业集中度低、竞争激烈将是其特点。云计算产业链如图3－5所示。

层级	内容
用户（B 端或 C 端客户）	客户
应用软件资源	ISV（独立软件开发商），服务模式：SaaS
基础软件平台资源	ISV，服务模式：PaaS
逻辑（虚拟）基础资源	ISV、硬件厂商、系统集成厂商，服务模式：IaaS
物理基础资源	存储、芯片、网络等硬件厂商

图3–5 云计算产业链

资料来源：工行投行研究中心。

二、全球云计算市场：集中度将进一步提升

云计算的高速增长，吸引了数量众多的企业，随着技术的升级和竞争的加剧，全球范围内市场格局初步显现并不断变化。2014—2017年，Gartner的IaaS魔力象限内企业位置的变动便是很好的印证。

如图3－6、图3－7、图3－8、图3－9所示，在Gartner的IaaS魔力象限中，亚马逊AWS（亚马逊旗下的云计算服务平台）和微软Azure（微软的云计算服务平台）连续4年处于全球领先地位，这一趋势有望继续保持。谷歌连续4年一直位于有远见者象限，近年来谷歌在数据分析及其生态系统建设上大力投入，这些举措有望获得成效；2016年谷歌增速达到100%。值得注意的是阿里云在2017年成功跻身Gartner IaaS魔力象限。增值服务客户拓展、持续技术投入和全球化布局使得阿里云业务增长后劲十足，其营收规模连续两年实现三位数左右的增长。

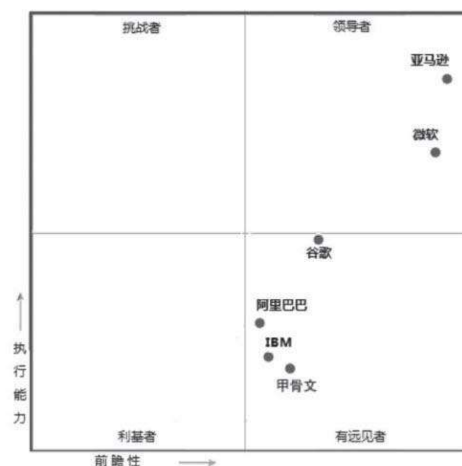


图3-6 2017年全球IaaS魔力象限

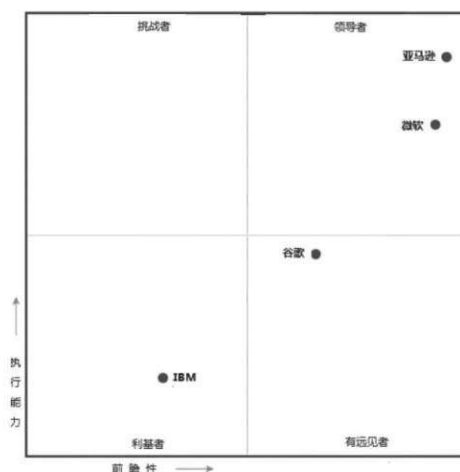


图3-7 2016年全球IaaS魔力象限

资料来源：Gartner，工行投行研究中心。

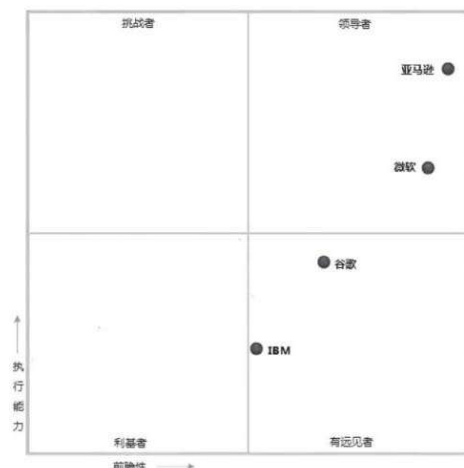


图3–8 2015年全球IaaS魔力象限

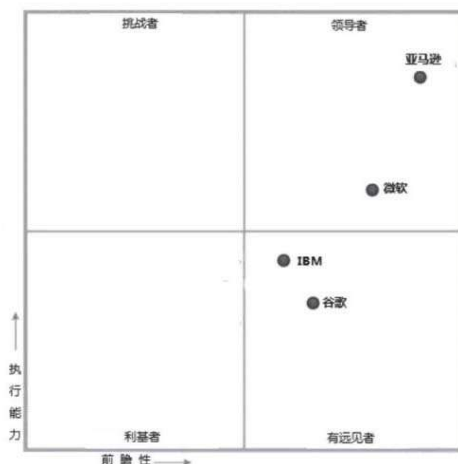


图3–9 2014年全球IaaS魔力象限

资料来源：Gartner，工行投行研究中心。

根据Synergy Research的最新数据，2018年第一季度云计算基础设施服务收入接近150亿美元，包括IaaS、PaaS和托管私有云服务，增长率为51%，超过了前五个季度的增长率，也超过2017年全年44%的增长率和2016年50%的增长率。其中，亚马逊占云计算基础设施市场的33%，较2017年同期下降了一个百分点，微软的市场份额从一年前的10%跃升至13%，谷歌从5%增加到6%，IBM的市场份额一直稳定在8%左右。微软、谷歌和阿里巴巴等市场份额的增长并没有影响AWS，在过去

12个季度，AWS的市场份额稳定在33%左右，但市场规模几乎增长3倍。相反，中小规模的云计算运营商的市场份额则有所下降。在公共云市场，2018年第一季度前五大供应商的统治地位更加明显，控制着将近75%的市场。

未来，云计算市场集中度将会进一步提升，原因有两点：第一，随着云计算技术的成熟，规模效应将使得前五大供应商的优势地位更为突出；第二，新的技术和服务将更多地诞生在这些市场领先的云平台上，因为云平台已经成为技术创新的基础设施，而企业会继续沿用数字化的商业策略。

三、全球云计算典型企业

（一）IaaS龙头——亚马逊：云业务支撑利润

亚马逊创立于1995年，其经历了这样的成长之路：地球上最大的书店→最大的综合网络零售商→最大的云计算供应商。1997年上市至今股价涨幅超过80倍，尤其涉足云计算后股价涨势迅猛。从电商到IaaS巨头，闲置计算资源的共享成就了亚马逊商业成长的传奇。亚马逊云计算成长之路如图3－10所示。

2012年以来，AWS业务收入一直保持快速增长（见图3－11）。

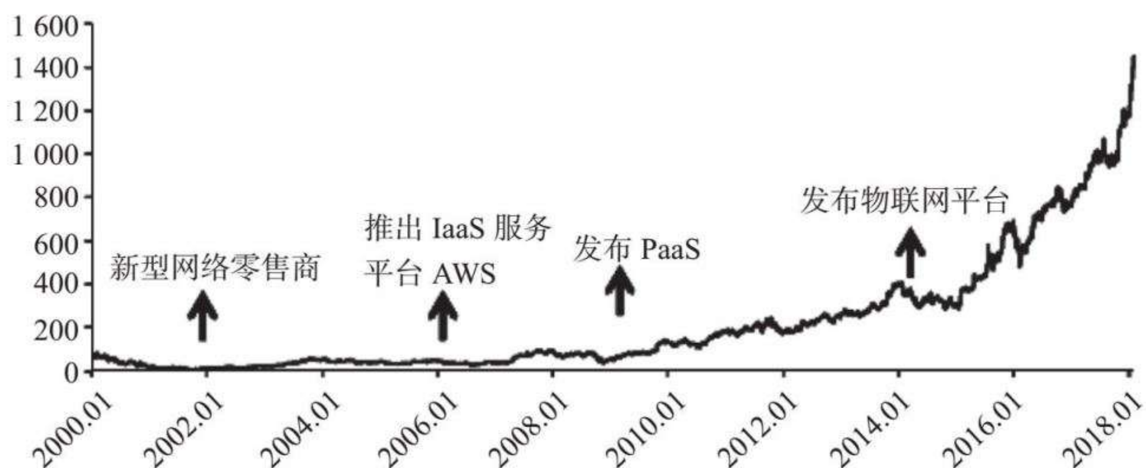


图3–10 亚马逊云计算成长之路

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

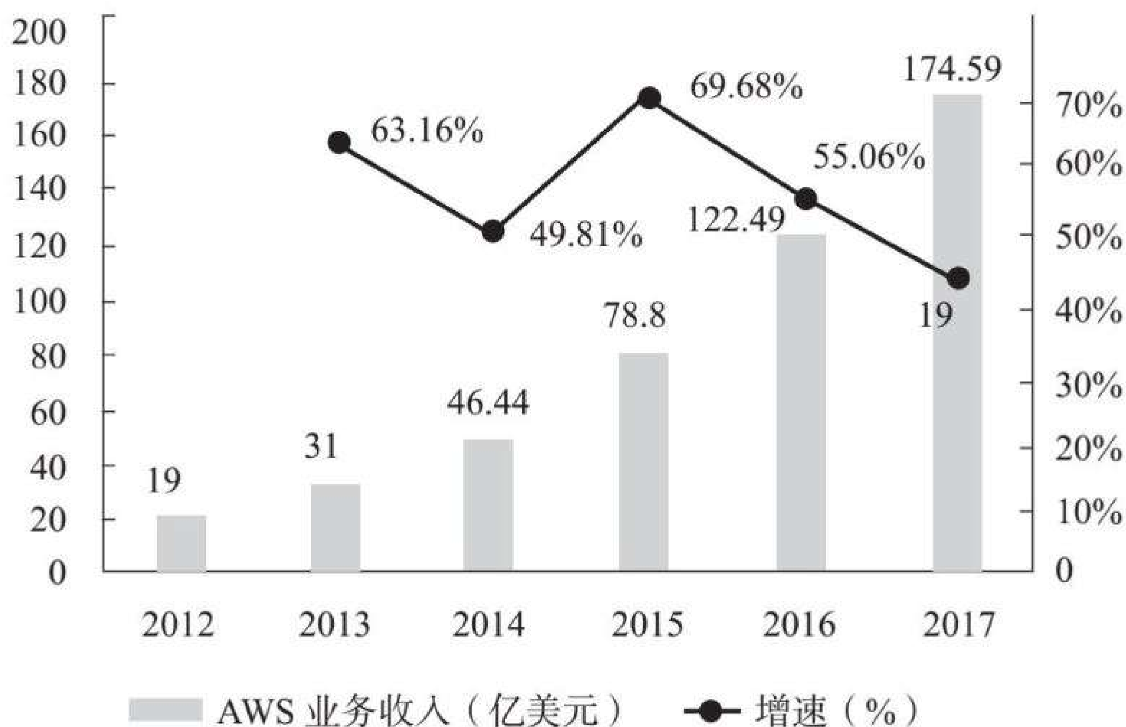


图3–11 AWS业务收入保持快速增长

资料来源：Wind，招商证券，工行投行研究中心。

2015年第三季度，亚马逊也在连续亏损20年后，终于成功扭亏为盈，而AWS则被视为其成功盈利的关键。

AWS的积极营收趋势也开启了云计算业务的良性循环：获得营收→资金投入以推出更多的功能与服务→吸引除初创公司外的更大的用户→再次获得营收。这也意味着亚马逊的云计算服务将逐渐变得越来越廉价同时服务却越来越健全。目前亚马逊的云计算业务客户超过100万，行业覆盖至医院、制药、宇航局、新闻等，服务器多达200万台，包括第一资本（Capital One）、美国国家安全局、中央情报局在内的很多大企业都是AWS的客户。

Gartner预计，AWS当前能够提供的计算能力，相当于其后14家竞争对手提供的计算能力的总和。要在AWS的强势经营下生存，其他如微软和谷歌就必须提供差异化的云计算服务。目前，这些企业除了提供比AWS更低价的原始计算服务外，还增加了新的数据中心和软件内部开发等创新型服务。

（二）PaaS龙头——微软：云转型获得巨大成功

微软于2014年宣布云转型，确定“移动为先，云为先”的战略。自此，微软股价结束了长达10年的横盘。微软云转型前后股价对比（见图3－12）。微软在2018财年的第三季度，以股票回购和分红的形式向股东返还63亿美元，增长37%。在全球云计算市场上，2018年第一季度微软以14%的市场份额排名第二，仅次于占有33%市场份额的亚马逊。

在中国市场上，作为第一个在中国落地的国际公有云，微软与世纪互联的合作方式在过去4年来一直被视为外资云入华的模板。

可以说，微软的云计算转型取得了巨大的成功。

微软的云计算转型发展思路是：全线生态布局，各产品服务相互导流。微软的云计算转型发展路径是：从具体服务切入，利用产品的

生态性与集成性，实现SaaS与IaaS、PaaS相互导流，以提高产品在用户个体的渗透度。

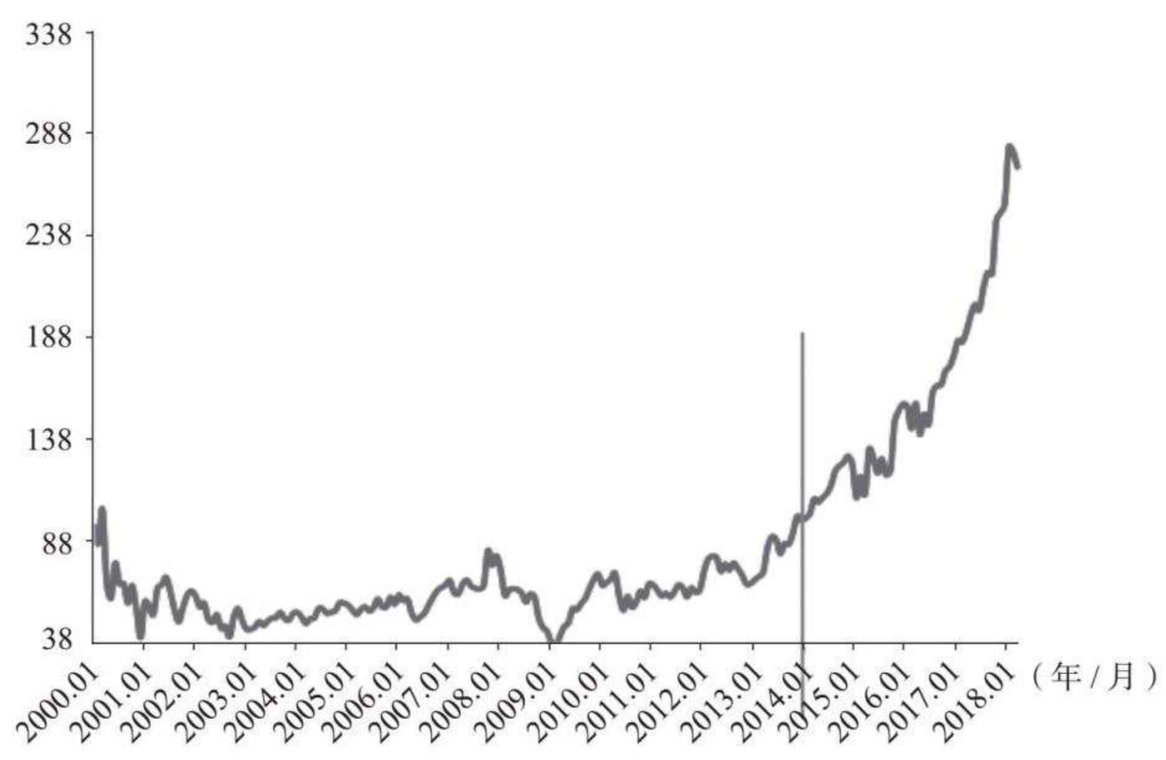


图3-12 微软云转型前后股价对比（单位：美元）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

从收入情况来看（见图3－13），微软云计算业务在2014—2017财年收入增长迅速。微软云转型取得丰硕战果。



图3–13 微软商业云收入及营收占比快速上升

资料来源：微软，招商证券，工行投行研究中心。

在面向云计算的转型收益增加后，微软开始加大对物联网的投入。2018年3月，微软重新成立两个新部门，分别专注于体验和设备以及云计算和人工智能平台。2018年4月，微软宣布将在未来4年投入50亿美元用于物联网相关的研究，以及产品、服务和新项目拓展，凭借跨越云、操作系统和设备的物联网平台，最终达成微软的“智能优势”。同时，为了加强下一代物联网设备的安全性，微软还推出了Azure Sphere——业界第一个全方位安全创新平台，旨在保护服务器设备的软件和硬件堆栈。持续不断的研发投入和创新，为微软后续的发展提供了强大的力量源泉。

（三）SaaS龙头——Salesforce：积极并购打造“CRM+AI+数据”完整生态

SaaS龙头Salesforce创立于1999年，是一家CRM（客户关系管理）软件服务提供商，2004年上市至今，市值涨幅超过20倍，达880亿美元。Salesforce提供了包括销售自动化、服务自动化和市场自动化等

功能。2007年，公司发布了Force.com，开始发力平台云业务。2013年Salesforce对Exacttarget的并购，极大增强了它的市场营销产品线。除此之外，Salesforce还有商务云、分析云等新产品线。

Salesforce成长之路：SaaS CRM完善及市场拓展→ PaaS平台→积极并购打造“CRM+AI+数据”完整生态。

自成立以来，Salesforce营业收入保持了30%的复合年均增长率（CAGR）增速。2016年其营业收入达到83.92亿美元，是2007年7.49亿美元的10倍多，2017年仍保持25%左右的增速（见图3－14）。

2005年以来，经营性净现金流（OCF）持续稳健增长（见图3－15），2016年公司实现扭亏为盈（见图3－16）。



图3–14 2011—2017年Salesforce营业收入稳步提升

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

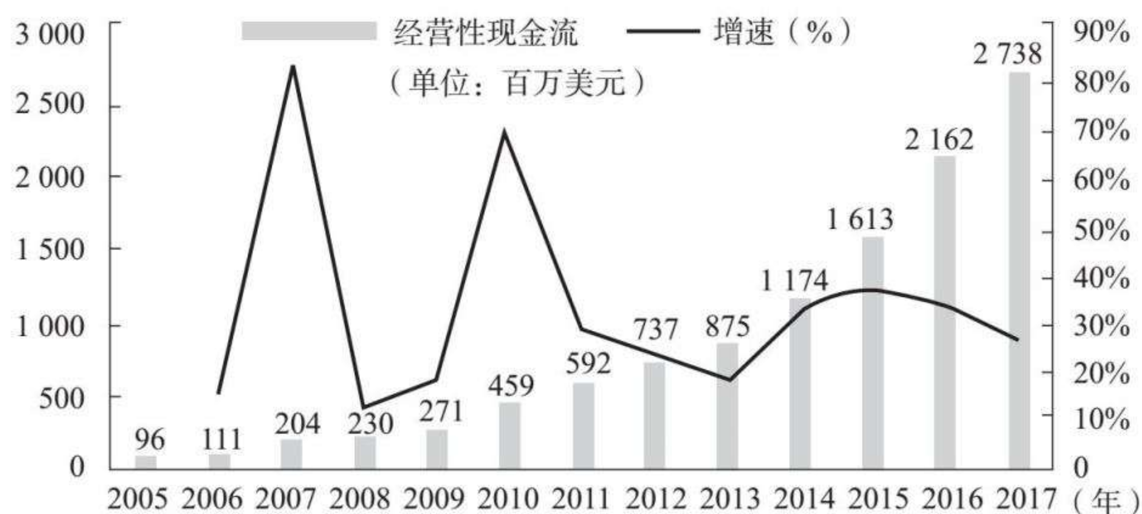


图3–15 Salesforce经营性现金流持续稳健增长（2005—2017）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

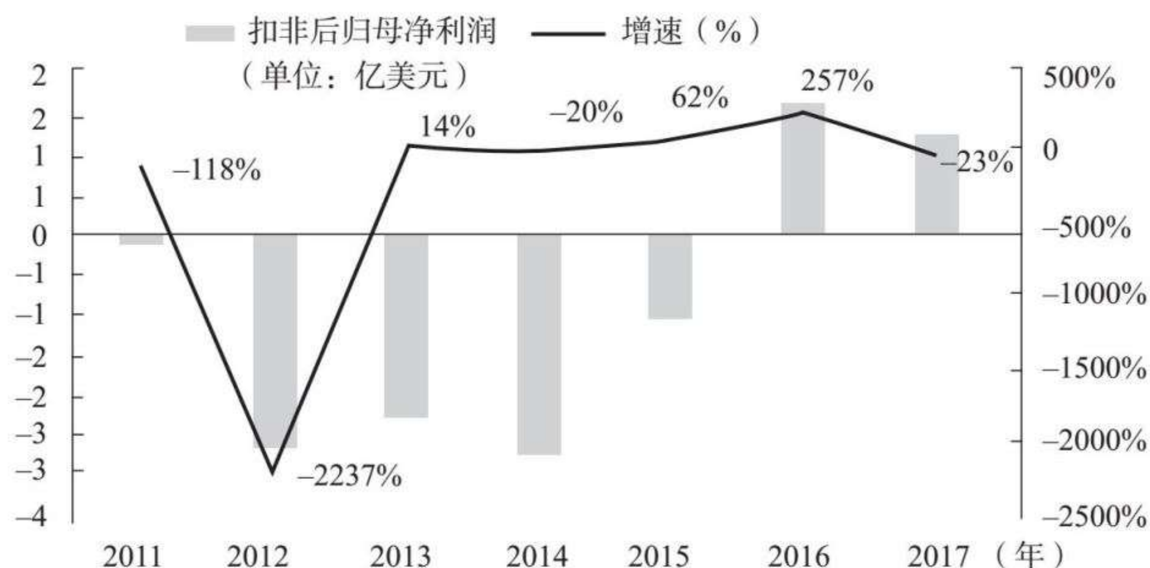


图3–16 Salesforce 2016年、2017年增速及净利润

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

四、国内云计算市场：阿里云领先优势明显，华为云等发展迅速

在国内，云计算市场参与主体多达241家。按照企业主流产品在云计算产业链中的位置以及开展云计算服务的主要模式，可以把这些云计算企业分为IaaS厂商、PaaS厂商和SaaS厂商（见图3－17）。但值得注意的是，当前三者的界限已经模糊，云服务提供商都试图进行扩展服务范围，以期能提供一站式的IT服务。

在国内云计算市场，阿里云、中国电信云、腾讯云、金山云等云服务商占据了大部分IaaS市场。根据IDC的数据，2017年，中国IaaS公有云市场中阿里巴巴占据40.6%份额，坐稳第一的位置，中国电信云、腾讯云、金山云分别占据8.3%、6.8%、6%的市场份额（见图3－18）。除上述四家外，华为云在2017年提出将成为未来全球“五朵云”中的一家，发展非常迅速。

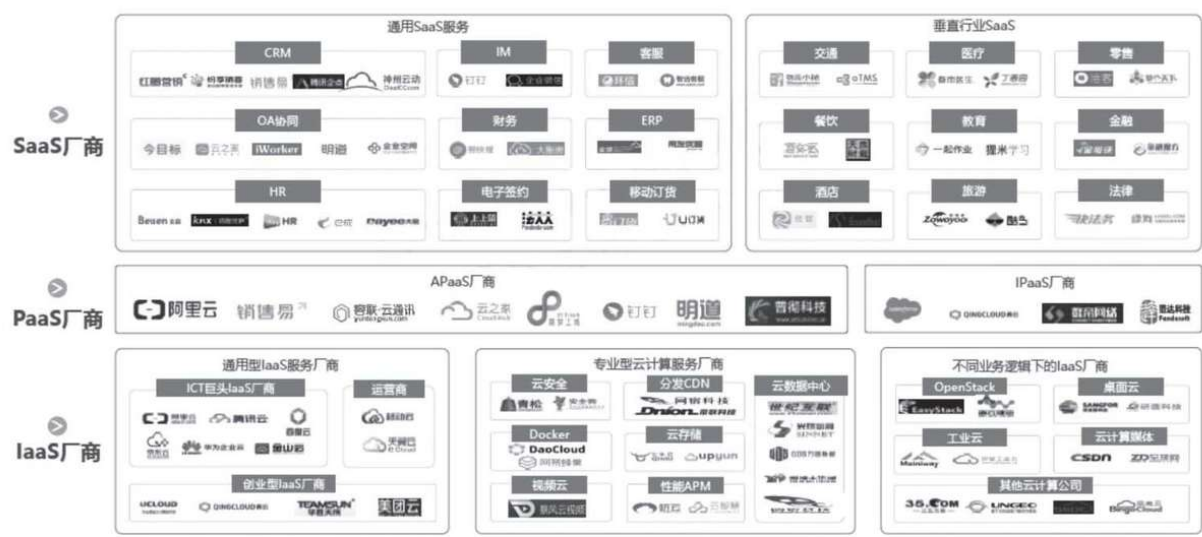


图3–17 中国云计算厂商

资料来源：易观智库，工行投行研究中心。

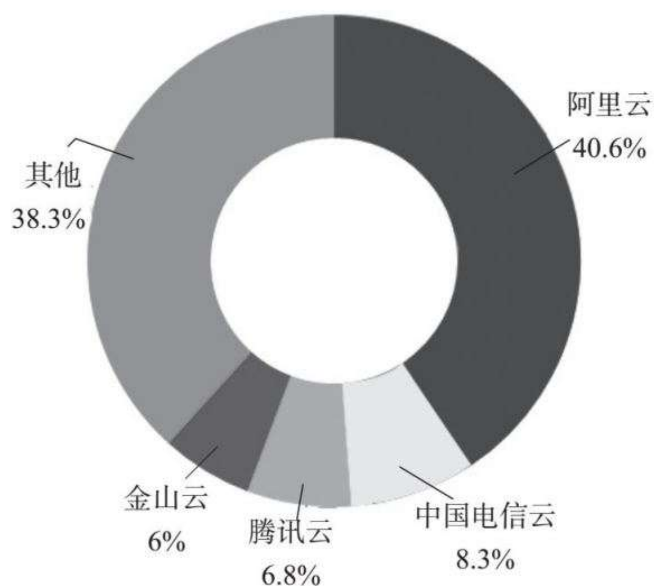


图3–18 2017年中国IaaS公有云市场份额

资料来源：IDC，工行投行研究中心。

五、国内云计算典型企业

（一）IaaS龙头——阿里云：连续11个季度保持业务规模翻番

阿里云创立于2009年，是国内最大的云计算综合服务商，也是全球领先的云计算及人工智能科技公司，致力于以在线公共服务的方式，提供安全、可靠的计算和数据处理能力，让计算和人工智能成为普惠科技。在科技部2018年3月23日公布的2017年独角兽名单中，阿里云估值列第4位。阿里巴巴2015—2018年云计算收入增长速度分别为64%、138%、121%、101%（见图3－19）。根据阿里巴巴集团公布的2018财年（2017年4月—2018年3月）第四季度及2018财年财报，2018财年第四季度（2018年1月到3月底），阿里云营收规模为人民币43.85亿元，比2017年同期增长103%。阿里云仍然保持高速增长态势，这也

是阿里巴巴云计算业务连续8个季度以三位数左右的同比增速高速增长。

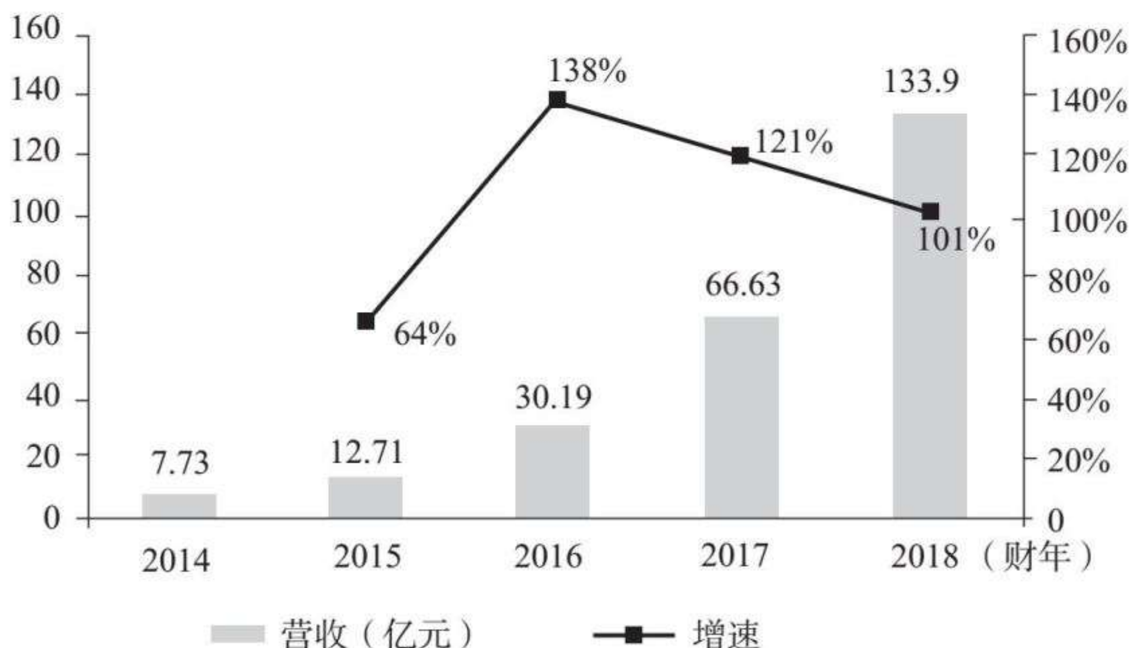


图3–19 阿里云收入高速增长

资料来源：阿里巴巴年报，工行投行研究中心。

阿里云强劲的发展势头主要得益于增值服务客户拓展、全球化布局和持续的技术投入三个方面。阿里云为200多个国家和地区的企业、开发者和政府机构提供服务。截至2017年6月，阿里云付费云计算用户超过100万（见图3－20）。阿里云在全球18个地区开放了42个可用区，为全球数十亿用户提供可靠的计算支持。阿里云为全球客户部署200多个飞天数据中心，通过底层统一的飞天操作系统，为客户提供全球独有的混合云体验。2017年10月，阿里巴巴“达摩院”成立，并计划在未来三年投入超过人民币1 000亿元，用于基础科学研究和颠覆式技术创新。

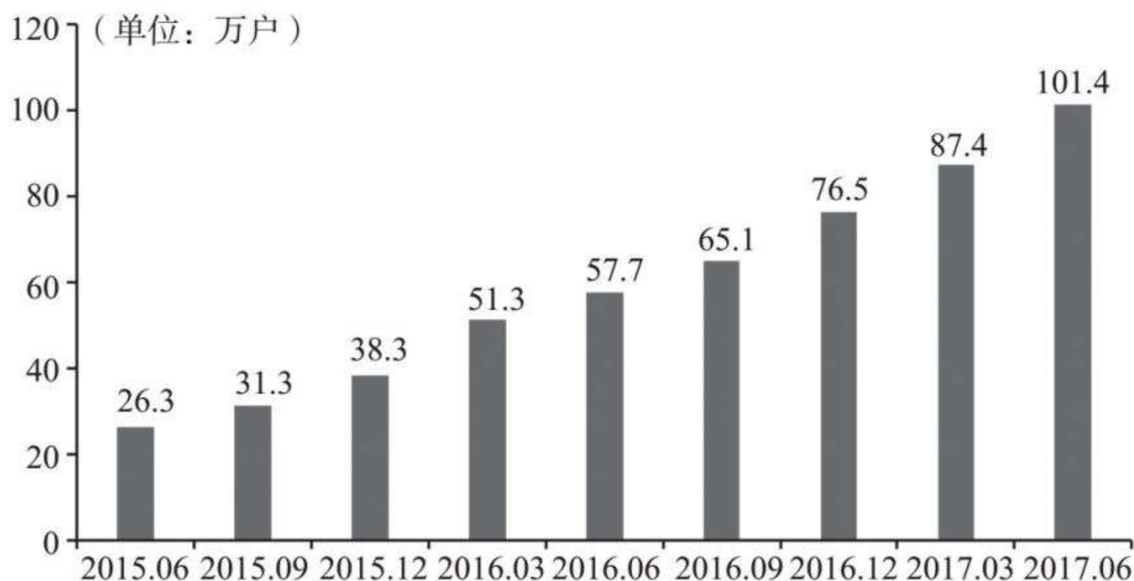


图3–20 阿里云付费用户快速增长

资料来源：阿里巴巴年报，工行投行研究中心。

目前，阿里云提供的产品有：弹性计算、存储与CDN（内容分发网络）、数据库、网络、域名与网站、安全、ET大脑、数据智能、分析与搜索、云通信、应用服务、移动云、视频服务、管理与监控、互联网中间件、物联网、专有云。阿里云提供的解决方案包括：行业解决方案、通用解决方案、企业服务解决方案、安全解决方案、大数据解决方案、DevOps解决方案。阿里云业务布局完整，从基础设施、基础服务到中间服务、应用服务，最后到客户，全面覆盖了IaaS、PaaS和SaaS。

与亚马逊类似，价格也是阿里云的重要优势。2015年至今，阿里云共进行了18次降价，2017年云栖大会上又宣布核心产品降价，云数据库Redis版（集群版）价格最高降幅35%，云服务器ECS最新一代实例最高降幅31%。阿里云利用自身规模优势执行降价策略可有效抢占市场。而价格战也并未给阿里云带来财务压力，随着用户规模的迅速增长，规模效应开始显现，2017财年第四季度，阿里云业务的EBITA（息税及摊销利润）亏损已收窄至人民币1.69亿元。阿里云业务的EBITDA

margin（税息折旧及摊销前利润率）大幅度改善，2017年仅为－7%，而2016年这一数据为－41%。预计在不远的未来，阿里云有望实现扭亏为盈。

（二）IaaS企业——华为云：市场潜力巨大

华为云是华为公司倾力打造的云战略品牌，致力于为全球客户提供领先的公有云服务。华为云主要产品包括：弹性云服务器、云数据库、云安全等云计算服务，软件开发服务，面向企业的大数据和人工智能服务，以及场景化的行业解决方案。

截至2017年7月，华为共发布了10大类共65个云服务，华为云和华为伙伴公有云（中国电信天翼云、德国电信Open Telecom Cloud、法国电信Flexible Engine、西班牙电信Telefonica Open Cloud）已经服务于中国、欧洲、北美、拉美、南太平洋等全球多个区域的众多知名企业。

华为云的销售收入在2017年达到5亿美元，用户数和资源使用量均实现300%的增长，云服务伙伴数量超过2000家。华为云在中国香港以及华东、华南大区等多个区域的数据中心节点已经上线，海外站点也已启动建设。

2018年，华为云将重点发展工业互联网。华为提出了“连接+云，释放工业智能新力量”的新主张，不断夯实云计算、边缘计算、物联网解决方案的基础。

华为云的优势主要体现在以下四个方面：

其一，技术储备充足。华为云可以提供从芯片到异构计算、高性能存储、高性能网络、软件和安全的全栈技术，为工业智能提供极致性能、强大算力和安全保护。华为云与其企业智能（EI）服务融为一体，在智能装算、智能客服、智能报关、实时风控、精准营销等众多

领域有了成功应用。如，标致雪铁龙、九州通医药、九牧厨卫、深圳交警等客户都受益于华为云与EI的融合。

其二，可以为客户提供个性化定制云服务。华为深入了解客户需求，在私有云、服务器、存储、网络等方面在中国市场已经全面领先。华为根据客户需求个性化定制云服务，通过华为云、华为伙伴公有云为客户提供云服务，以满足不同需求。并且华为全球化的线下服务能力可帮助企业快速将业务平滑迁移至云上。

其三，架构开放化。无论是华为云还是华为伙伴公有云，都是基于开放式云架构，保证技术一致性，实现全球云之间的互联互通。华为私有云和华为公有云也都采用统一的标准开放架构（Openstack）、统一API（应用程序编程接口）、统一生态，方便企业在私有云、公有云之间平滑迁移，连接企业现在与未来。

其四，客户和合作伙伴资源丰富。华为有着20年服务大中型企业的经验，服务全球172家世界500强的企业客户，43家世界100强客户，云服务合作伙伴群体超过12 000家，全球分布的12个OpenLab（升级实验室）为本地合作伙伴提供技术支持和方案验证，支撑与客户联合创新。

（三）SaaS企业——用友VS金蝶：细分领域深耕，大力开拓云计算业务

用友和金蝶是中国两大ERP（企业资源计划）软件提供商，2007年它们开始尝试SaaS，但当时大环境（网络设施、产品体验和客户接纳度）还不成熟。2010年用友和金蝶重新投入SaaS，但路径和思路存在差异：金蝶聚焦云ERP，用友侧重增量的企业SaaS应用。

用友云是用友3.0时期的全新产品与服务形态，定位数字企业智能服务，提供数字化商业应用基础设施，打造企业服务产业的共享平台，支持中国及全球企业的数字化转型与智能化发展。2018年第一季

度，用友云服务业务增长迅猛，总营收人民币3.66亿元，同比增长158.3%。其中云平台（PaaS）、应用软件服务（SaaS）及非金融类业务运营服务（后端即服务，BaaS）收入人民币0.64亿元，同比增长155.4%；支付服务收入超过人民币0.23亿元，同比增长32.6%；互联网投融资信息服务收入人民币2.80亿元，同比增长180.5%。截至2018年第一季度末，用友云服务业务的客户数超过409万家，其中付费客户数25.96万家，较2017年末增长11.2%。用友云构建以客户为中心的综合型、融合化、生态式的企业服务平台，加强加快用友云生态伙伴建设。2018年第一季度，用友网络发布了用友云生态发展计划“鲲鹏计划”，全面加强用友云生态业务发展，并授权网易邮箱、金山WPS、360企业安全、清华紫光等国内知名伙伴作为2018年首批融合型产品伙伴。用友云市场入驻伙伴超过407家，上架产品638个，生态版图进一步扩大。

金蝶国际2017年SaaS业务收入达人民币5.68亿元，同比增长66.7%。金蝶主打产品金蝶云专门针对中型客户，2017年收入同比增长88%至人民币3.93亿元，截至2017年底金蝶云客户同比增长120%至5 500多名，发展十分迅速；产品续费率保持在90%以上，客户的高速增长和高续费率保证了金蝶云未来的盈利能力。金蝶云产品质量卓越，除中型客户外，腾讯、华为、可口可乐、云南白药、OPPO（中国手机品牌）等大客户也在部分机构中采用其产品。金蝶云与金蝶的传统软件产品的结合促进了传统软件的发展，但金蝶软件客户与云客户重叠度较低，“左右手互搏”效应不明显，2017年金蝶云客户74%为新客户。

用友网络和金蝶国际云计算业务对比，如表3－2所示。

表3–2 用友网络和金蝶国际云计算业务对比

对比项	用友网络	金蝶国际
云产品	包含云平台 iUAP、行业云、领域云、U8 Cloud 等 40 多款产品（以 PaaS 平台和 SaaS 应用为主）	K3 Cloud、精斗云、云之家、电商云管易云（以云 ERP 为主）
云投入	每年 6 亿 ~10 亿元	2017 年约 6 亿元
最新云收入	4.09 亿元	5.7 亿元
云用户	393 万	约 300 万
云技术人员	1 000 人（研发 1 800 人，传统软件只维护性开发）	500 人左右，占比约 60%
付费用户	大中企业付费客户约 5 万，平均客单价 10 万 ~15 万元	云 ERP 超过 5 500 家企业客户（2017 年报数据）
代表客户	鞍钢集团、国家电网、中国建筑、海底捞	王子制纸、雷士照明、幸福西饼
优势	客户基础较好，可以把传统软件和云搭售； 产品品类全，可提供一体化解决方案； 企业更稳健，容错率强	机制较灵活，企业效率高； 专注、聚焦，主打产品市场竞争力强
劣势	十几个事业部间协同性有待加强，产品投入太分散，单款产品市场竞争力还不突出	产品较单一，可能存在成长瓶颈；公司风险抵抗能力相对差些

资料来源：招商证券，工行投行研究中心。

第四节
云计算产业未来展望和投资机会分析

一、技术进步和规模效应驱动，各种资源上云是大势所趋

云计算的本质是减少资源空置时间，提升资源利用效率。在技术进步和规模效应的驱动下，各种资源上云是大势所趋。在全球范围内，云计算仍处在高速增长期，中国增长更快。

从产业链角度来看，涉及物理基础资源和逻辑（虚拟）基础资源的IaaS，标准化程度较高，需要投入巨额研发资金，在一定程度上，高额的研发费用已经成了IaaS领域的最大门槛。但明确的市场前景、广阔的市场空间、巨大的规模效应和对自身业务的协同效应，使得越来越多的巨头关注并投身到IaaS领域，未来IaaS市场将是巨头们的战场，马太效应明显，行业集中度将会进一步提升。涉及基础软件平台部分的PaaS，通用部分未来有向下延伸到IaaS的趋势，个性化定制部分有向上延伸到SaaS的趋势。PaaS主要面向的是企业客户和开发者，生态化发展是方向，未来PaaS市场上可能出现多个巨头争霸的情况。涉及应用软件部分的SaaS最贴近客户，需求长尾化特征明显，潜在市场空间巨大，未来充分市场化、行业集中度低、竞争激烈将是SaaS市场的特点。

二、云计算企业制胜之道：生态扩展和细分领域深耕

在IaaS领域，全球市场主要由亚马逊、IBM、微软、谷歌和阿里巴巴等巨头占领，巨头之间竞争激烈；国内市场，除了阿里云一家独大外，华为云、腾讯云等的发展势头也十分强劲。企业可以从两个方面寻找IaaS领域的投资机会：第一，各巨头在研发方面的投入，主要分为自己研发、与人合作、投资或并购先进技术企业三种，建议企业关注巨头投资或并购先进技术企业中存在的业务机会；第二，目前各巨头纷纷通过构建和扩展生态圈方式拓展业务，建议关注具有较强技术、产品和产业生态优势的企业在业务拓展过程中存在的业务机会，以及它们所带动的相关产业链上下游企业在发展过程中存在的业务机会。

在SaaS领域，不管是全球市场还是国内市场，行业集中度都不高，数量众多的企业在不同的行业耕耘、积累。企业在SaaS市场竞争中取胜的关键点在于：能针对行业或细分行业特点研发出相应产品或解决方案，并迅速占领市场。我们建议关注在优势细分市场中具有竞争力的企业。

在PaaS领域，目前，提供IaaS的企业一般可以进行进一步的资源打包，提供数据库、应用中间层等，形成通用PaaS平台；而提供SaaS的企业，在为众多商业客户提供产品或服务时，会把相对共性的部分抽象归纳出来，开发并推出相对独立的PaaS或IaaS产品或服务。我们建议关注积极向PaaS延伸业务的IaaS企业和SaaS企业，这类企业一般具有较强的生态扩展能力。

第四章

高端制造，赋能产业



第一节
新能源汽车：机遇与挑战并存

一、新能源汽车行业分析

（一）新能源汽车行业概况

所谓新能源汽车，按照我国工信部的定义，是指采用新型动力系统，完全或者主要依靠新型能源驱动的汽车。经过过去一段时期的实践后，目前全球技术上具有代表性的新能源汽车类型主要包括纯电动汽车（EV）、插电式混合动力汽车（PHEV）和燃料电池汽车（FCV）三大类型。

其中纯电动汽车采用动力锂电池作为核心部件，以电动化作为驱动方式，动力补给采用充电模式。插电式混合动力汽车同时装配发动机和电池两套系统，既可以用传统燃油方式产生动力进行驱动，也可以通过电池驱动的方式作为替代能源。由于具有两套系统，插电式混合动力汽车具有更加灵活的适应性。而燃料电池汽车是指通过利用氢、甲醇等燃料与空气发生反应产生电化学能从而驱动汽车行驶的汽车，相对更加环保。各种新能源汽车技术路径对比，如表4－1所示。

表4–1 各种新能源汽车技术路径对比

车型	纯电动汽车	插电式混合动力	燃料电池汽车
依赖能源方式	电力	电力、传统燃油	氢、甲醇
动力补给方式	充电	充电、加油	加氢、甲醇
补给效率	低	高	高
适应性	好	好	好
排放情况	完全零排放	有排放	零排放
发展现状	初步商业化	初步商业化	示范中

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

与传统燃油汽车相比，新能源汽车不仅采用了全新的动力系统，而且由于其更易于引入自动驾驶等前沿技术，因此被认为代表未来全球汽车工业的发展方向。新能源汽车也因此在全球范围内成为最具发展潜力和受到各国政府积极关注的新兴产业领域。

根据汽车的商业形态，新能源汽车还分为新能源乘用车、新能源客车（公交车等）和新能源专用车（物流、环卫等）。目前除我国外，其他各国的新能源汽车主要集中在乘用车领域进行推广。根据OFweek（维科网）的数据，至2017年我国新能源汽车销量为77.7万辆，其中乘用车、客车和专用车分别为57.9万辆、10.52万辆和9.28万辆（见图4－1）。

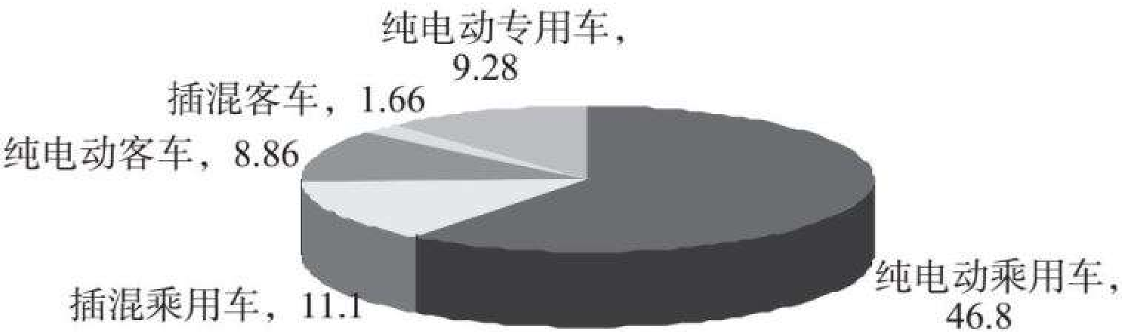


图4–1 2017年我国新能源汽车分类型结构（万辆）

资料来源：OFweek，工行投行研究中心。

而从市场占比来看，近年来随着政府的大力支持，新能源汽车在我国汽车总产量中的比重不断上升，2017年我国新能源汽车产量为79.4万辆，占全国汽车总产量的2.74%，而在2014年前我国新能源汽车的占比不足0.1%。可以看出新能源汽车在我国汽车市场的占比呈快速上升态势（见图4－2）。

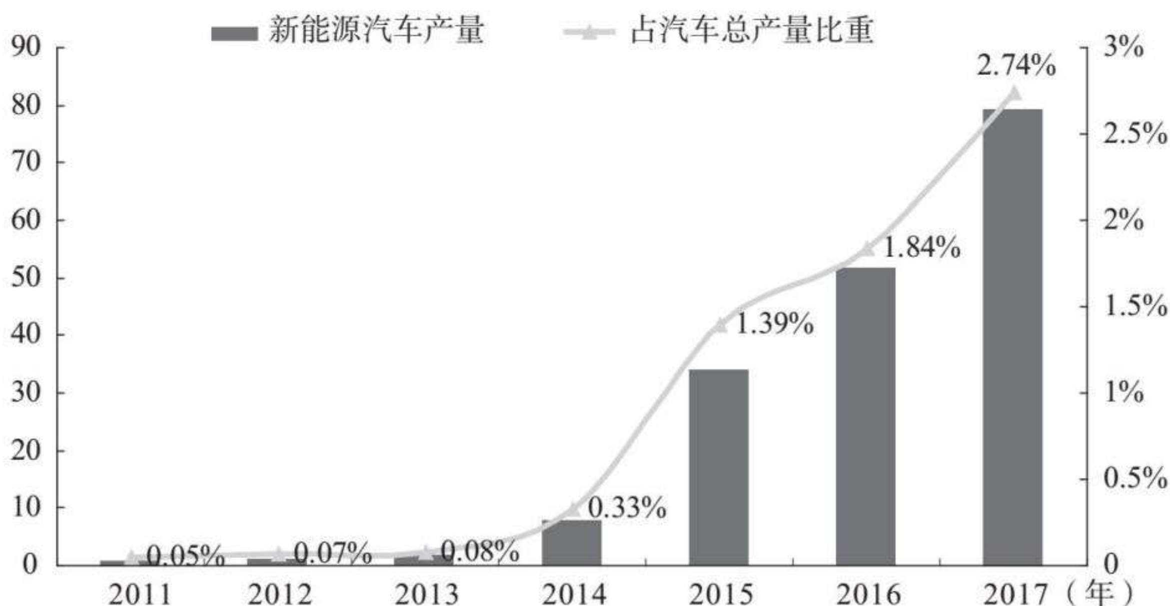


图4–2 2011年以来我国新能源汽车产量占全部汽车总产量的比重

资料来源：OFweek，工行投行研究中心。

（二）我国新能源汽车产业政策分析

新能源汽车的推广在全球各国均得到了政府的大力支持和财政补贴。美国、欧洲、日本等国对于购买新能源汽车的消费者都给予了税收减免以及可观的财政补贴以鼓励产业的发展。相比之下，我国政府给予新能源汽车产业的重视程度更高、扶持力度也更强。

目前我国政府针对新能源汽车产业的政策内容主要包括：新能源汽车生产企业牌照资质审核、新能源汽车积分管理办法、新能源汽车补贴政策、新能源汽车牌照和限购政策、限行政策、动力锂电池相关产业政策等。其中，新能源汽车积分管理办法、新能源汽车生产企业牌照资质审核以及补贴政策主要针对的是新能源汽车生产企业，目的是从供给端推动新能源汽车产业发展。而新能源汽车的牌照和限购、限行政策则是从需求端引导消费者购买新能源汽车。可以看出我国的新能源汽车产业政策是从供给端和需求端同时发力，给予产业强大的推动，这其中新能源汽车积分管理办法、财政补贴以及牌照政策对于产业的影响至为关键。

1.新能源汽车积分管理办法

2017年9月，工信部、财政部等五部委联合发布了《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》（简称“双积分”政策），“双积分”政策明确对国内乘用车制造商的新能源汽车生产做出强制性要求。根据“双积分”政策的要求，未来在我国的所有乘用车生产企业（产量在2 000辆以下除外）必须满足新能源汽车的积分要求。“双积分”政策自2018年4月开始实施。该政策2018—2020年3年的新能源汽车积分比例要求分别为8%、10%和12%，但2018年的积分政策不做强制要求，仅鼓励企业，同时明确乘用车企业可以将2019和2020年之间的新能源汽车正积分进行跨年结转。根据“双积分”政策，未来不能满足新能源积分要求的企业则必须向拥有新能源正积分的企业进行购买。该政策兼具灵活性和政策性，既给予了乘用车企业足够的时间进行产线改造和产能升级，也明确了政策执行的底线。

以一家年产100万辆乘用车的企业为例，其2019年应满足的新能源汽车积分为10万分，按照积分标准，该企业需要生产大约5万辆插电式混合动力汽车或者大约2万辆续航里程在300千米的纯电动汽车。“双积分”政策实际通过法律的形式强制要求未来所有的乘用车企业必须生产新能源汽车。与此同时，为了进一步引导乘用车企业向新能源汽

车的生产转型，2017年6月，发改委、工信部在《关于完善汽车投资项目管理的意见》中明确提出未来将严控燃油汽车企业新增产能，原则上将不再核准新建传统燃油汽车项目。这也是从政策层面引导国内传统燃油汽车企业放弃在燃油汽车领域的产能扩张，而将企业发展重点集中在新能源汽车领域。

2.财政补贴及税费减免

与传统燃油汽车相比，新能源汽车最大的短板在于成本偏高。无论是动力锂电池还是燃料电池，价格都处于偏高状态。以动力锂电池为例，即使经过多年技术提升，到2017年下半年，国内动力锂电池的平均成本仍高达每瓦时1.5元。一块60千瓦时的动力锂电池仅材料成本就高达9万元左右，远高于A级燃油乘用车的发动机和变速箱成本总和。高昂的锂电池成本使得电动汽车对传统燃油车完全缺乏成本竞争力。而在商用车方面，由于搭载的电池容量更大，成本差距则更大。因此无论是乘用车还是商用车，若无财政补贴，其价格很难为下游消费者所接受。

在此背景下，我国自2014年启动新能源汽车商业化之时就制定了详细的补贴政策。但在2017年国内新能源乘用车的实际销售中出现了低续航里程的纯电动汽车销售情况好于高续航里程的纯电动汽车的反常市场局面，A00级乘用车占比高达56%，与燃油车市场反差极大，引起了市场的各方置疑。因此2018年2月，财政部、工信部、科技部、发改委四部委出台新的补贴政策，对补贴模式进行了大幅调整。按照新的补贴方案，续航里程在150千米以下的纯电动乘用车补贴将完全退出，150千米~200千米续航里程的纯电动乘用车补贴将大幅下降，而300千米续航里程以上的乘用车补贴反而是上升的。政策的导向十分明确，即限制和淘汰低端，鼓励发展高端。2017年与2018年纯电动乘用车中央补贴方案见表4－2。

表4–2 2017年与2018年纯电动乘用车中央补贴方案（单位：万元/辆）

工况续航里程	2017 年国补	工况续航里程	2018 年国补
100 千米 ≤R<150 千米	2.0	150 千米 ≤R<200 千米	1.0
150 千米 ≤R<250 千米	3.6	200 千米 ≤R<250 千米	2.5
R≥250 千米	4.4	250 千米 ≤R<300 千米	3.4
		300 千米 ≤R<400 千米	4.5
		R≥400 千米	5.0

资料来源：工信部，工行投行研究中心

除了强大的财政补贴外，国家给予新能源汽车产业的税费减免优惠政策力度也很大。2014年我国启动新能源汽车商业化之初，就制定了为期三年的购置税免征政策，2017年底我国政府出台接续政策，将新能源汽车的购置税减免延长至2020年。与我国相比，发达国家针对新能源汽车也给予了一定的财政补贴，如欧洲各国对符合标准的新能源乘用车用户给予7 500欧元的财政补贴。美国的政策则较为特别，其对新能源汽车产业较少进行直接补贴，而是给予消费者税收抵扣额度以及引入零排放积分交易机制（ZEV）对产业进行扶持，如采购新能源汽车的用户可享受2 500~7 500美元不等的税收抵扣额。而美国的零排放积分交易机制与我国即将实现的新能源积分政策具有相似性，都鼓励新能源汽车企业通过生产汽车出售积分来获得现金回报。如2012年特斯拉仅通过出售ZEV积分就获得了高达4 050万美元的收入。虽然这种积分交易机制对企业的收入贡献不及我国的财政补贴力度大，但这种模式由于不消耗政府公共财政，可持续性强，也不会给政府增加过多的财政负担。在2018年财政部的补贴新政中也明确提出未来我国对新能源汽车产业的补贴将逐步由生产端转向消费端，即在汽车应用领域给予补贴和财政支持。

3.牌照政策

牌照政策也是我国新能源乘用车发展最重要的产业政策。客观地说，全球新能源汽车当前的商业价值与传统燃油车有较大差距，因此为更有力地推动新能源乘用车的生产和销售，我国政府将现阶段国内部分城市的限购、限行政策与新能源乘用车的推广相结合，以牌照为主要手段推动新能源乘用车的销售。如北京地区采取单设摇号池方式，购买新能源乘用车的消费者可通过单设摇号池直接配置购车指标，中签概率远高于普通燃油车；上海市对于购买新能源汽车的消费者免收高额的牌照使用费。从2017年的数据来看（见图4－3），国内约一半的新能源乘用车销售是发生在限购城市。

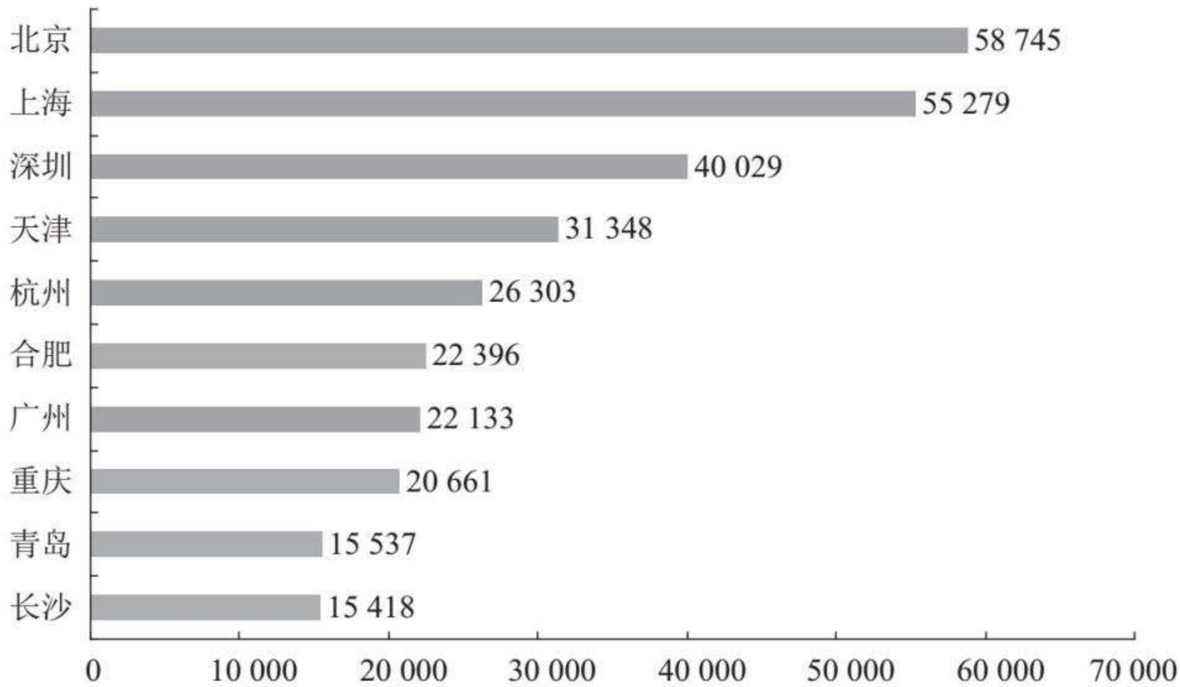


图4–3 2017年国内各城市新能源汽车推广量（单位：辆）

资料来源：OFweek，工行投行研究中心。

（三）我国新能源汽车产业发展现状

全球各国的新能源汽车产业发展路径各有不同，目前我国已形成以纯电动汽车为主，插电式混合动力汽车为辅，燃料电池汽车为示范

探索的新能源汽车产业格局。而在美国加利福尼亚州，州政府已将插电式混合动力汽车排除在新能源汽车的范围之外，仅将纯电动汽车作为发展的重点。在日本，政府则同时推动插混、纯电动、油混、氢燃料电池等多种技术路线。欧洲也以纯电动汽车作为新能源汽车当前阶段的主攻技术路线。总体来看，现阶段全球范围都是将搭载动力锂电池的电动汽车作为新能源汽车的主要发展方向。在实践中，近年来电动汽车已经在全球初步实现了一定程度的商业化，而燃料电池汽车除日本外，其他国家研发相对滞后，基本处在示范阶段。

我国新能源汽车产业早在2008年就进入了试验和示范阶段，但真正的商业化始于2014年。在过去四年多的时间中，我国新能源汽车产业获得超高速发展。新能源汽车产量从2014年的7.85万辆增长至2017年的79.4万辆，4年增长近10倍（见图4－4）。



图4–4 2011年以来我国新能源汽车产量变化（单位：万辆）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

从技术路线来看，我国新能源汽车的纯电动化特征非常明显，2017年国内纯电动汽车的产量为66.6万辆，占到全部新能源汽车的

83.8%。我国新能源汽车中纯电动汽车比例偏高的主要原因在于当前的产业扶持政策是向纯电动方向明显倾斜的。但从全球新能源汽车产业当前阶段的发展来看，在充电问题没有得到很好的解决前，纯电动汽车的实用价值及用户体验明显不及插电式混合动力汽车。而对比欧洲和北美，纯电动和插混呈现基本平衡的格局，日本则是以插混为主，纯电动为辅，而且日本已将燃料电池汽车作为其新能源汽车战略的主要突破方向。而我国纯电动汽车的比重偏高，表明我国政府在发展新能源汽车产业时选择了一条偏电动化的技术路线（见图4－5）。

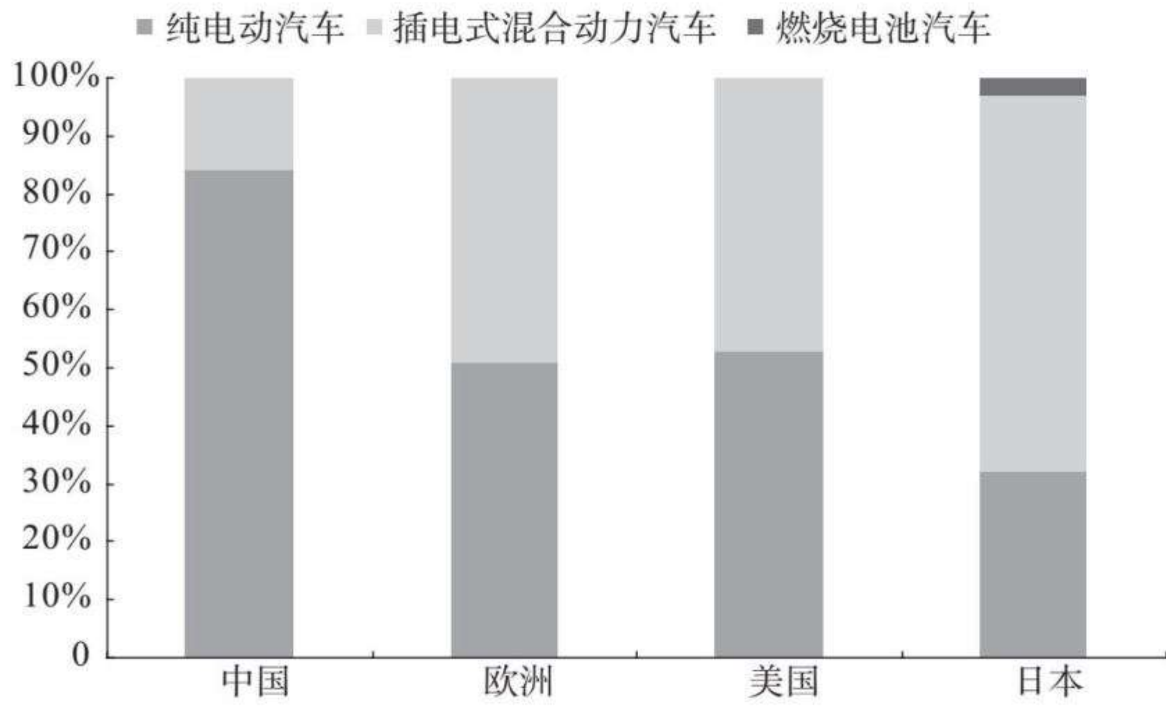


图4–5 全球主要国家和地区新能源汽车技术路径结构

资料来源：OFweek，工行投行研究中心。

而我国新能源汽车产业的第二个特点则是产业结构亟待优化。从车型来看，我国新能源乘用车与燃油车存在很大差异。在高度市场化的燃油车领域，大约79%的销量是集中在A级车及以上市场中。而根据2017年的销量数据，我国新能源乘用车销量中A00级的微型车占比竟高达56%，而A级车的比重仅有33%。甚至在纯电动乘用车市场中，A00级的微型车占比竟高达67.60%，A级车占比仅有19.66%（见图4－6）。

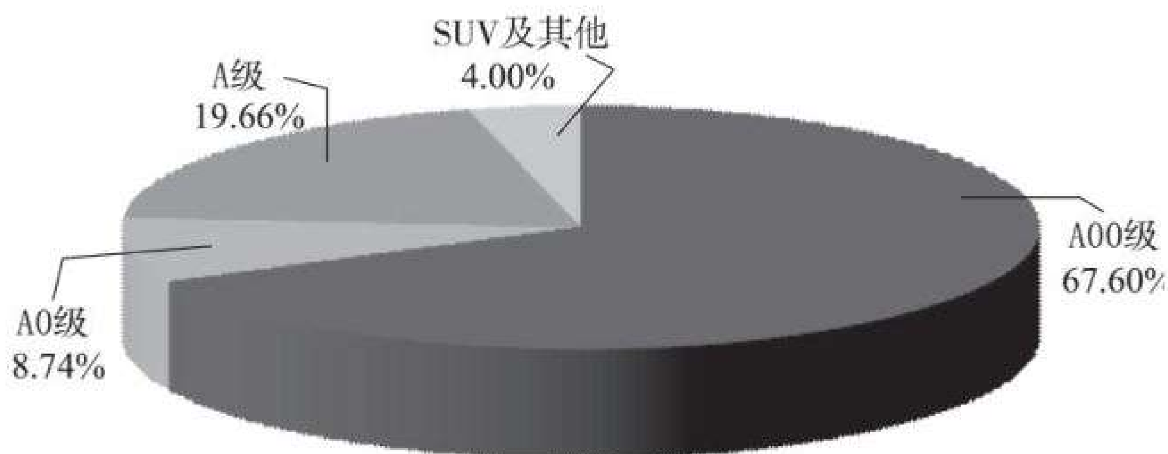


图4–6 2017年我国纯电动乘用车市场各类车型所占比重

资料来源：工行投行研究中心。

同时，在2017年前10款热销的纯电动乘用车品牌中，A00级和A0级的微型车、小型车竟高达7款之多，特别是销量排名前三位的纯电动品牌竟然全部是A00级的微型车。应该说，新能源乘用车市场出现这种局面是比较反常的，既不符合消费市场的一般规律，也不符合我国新能源汽车产业的发展方向。2018年的补贴退坡新政则是对此不良趋势的纠偏，通过差异化的补贴政策，引导市场消费向高端化方向发展，同时加速淘汰低续航里程的电动汽车。

（四）国外新能源汽车产业发展分析

近年来，新能源汽车产业在全球范围内发展迅速。总体来看，除我国外，美国、日本、德国均在新能源汽车产业上取得不小的成就。特别是日本，在电动和燃料电池等多种技术路径的探索上都走在了全球前列，技术储备十分强大。而美国本土则涌现出特斯拉这样集电动化与智能化于一体的高端制造产品，成为全球高端电动汽车的领军企业。虽然从数量上看，美、日及欧洲各国新能源汽车销量并不高，如美国2017年销量仅为19.52万辆，整个欧洲仅有25.9万辆，但必须注意

到这并不是西方国家不鼓励新能源汽车产业发展，而是西方国家更加强调和尊重市场的规律，不过度扶持产业的结果。即便如此，西方国家在新能源汽车的技术储备上并不逊色于我国，特别是在销量并不高的背景下，依然涌现出了一批颇具实力的新能源汽车品牌。在2017年全球销量最大的十家新能源汽车生产商中，我国有三家入围，美国有三家入围，而德国和日本各有两个品牌入围。其中特斯拉和北汽2017年销量都是10.3万辆，数量相当（见图4－7）。但特斯拉的主流车型以Model S和Model X为主，在华的销售均价高达70万元左右，而北汽的主流车型是EC180，补贴后的市场售价仅为5万元左右。特斯拉的两款主力车型续航里程均在400千米以上，而北汽的续航里程仅在150~250千米。由此看出，在数量相同的背后，我国新能源汽车产业与西方国家还有不小的差距。

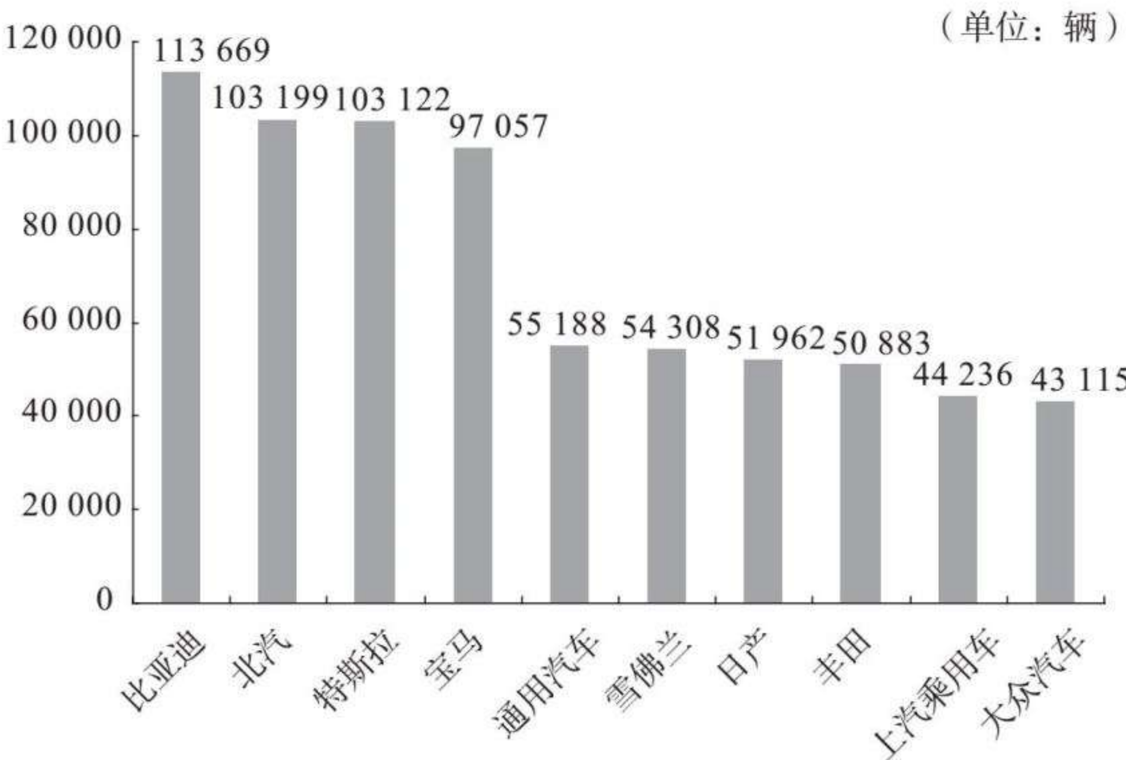


图4–7 2017年全球十大新能源汽车品牌销量对比

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

同时，虽然日本、德国的国内市场新能源汽车销量并不大，但我们看到宝马、日产、丰田、大众等品牌的新能源汽车销量仍具有相当的规模，如宝马的新能源汽车销量高达近10万辆。这表明传统汽车企业在新能源汽车上已有深度布局，其强大的技术储备、整车生产平台以及销售网络体系将有助于其发展新能源汽车。而除了整车制造外，发达国家在新能源汽车的关键部件如动力锂电池上也有相当大的实力和储备。目前全球在技术上最为领先的五大动力锂电池生产企业包括我国的比亚迪、宁德时代，日本的松下，韩国的LG化学和三星。其中日本的松下是全球最早进入动力锂电池生产领域的企业，技术研发实力也最为领先。特斯拉目前所配套的动力锂电池全部来自松下，包括特斯拉在内华达州建设的超级电池工厂也是由其与松下合资建设的。2017年全球十大动力锂电池生产商销售量如图4－8所示。

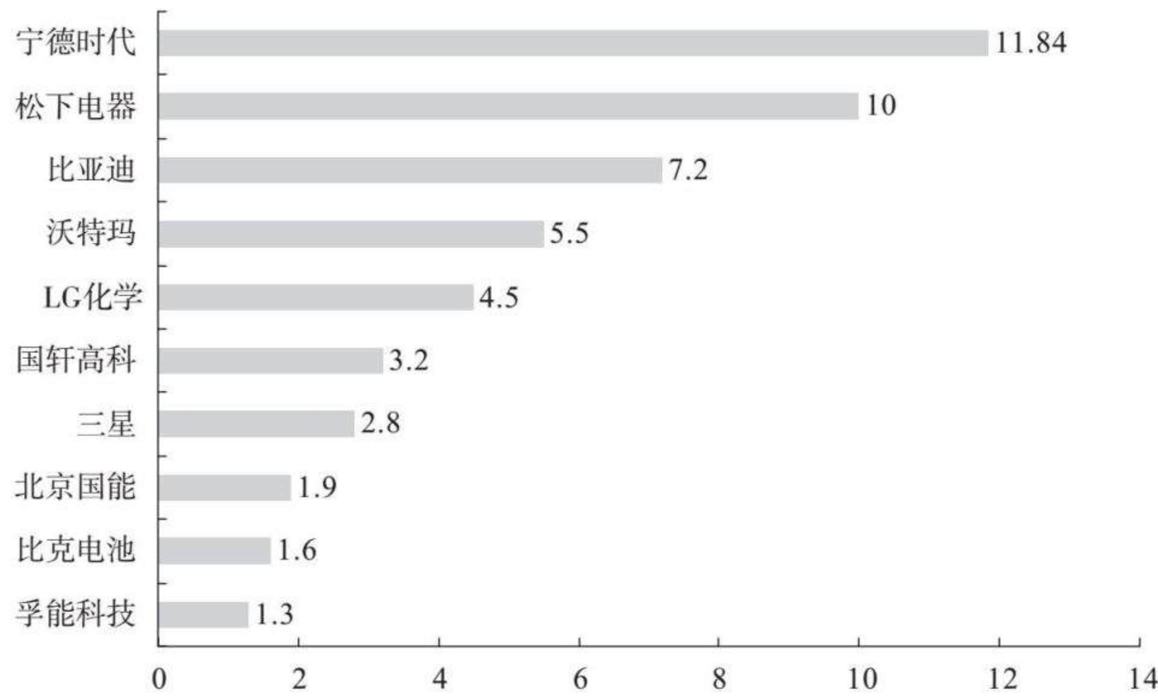


图4–8 2017年全球十大动力锂电池生产商销售量（单位：GWh注）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

德、日、美作为传统的汽车生产强国，在新能源汽车产业上各有发展特点。目前来看，日本虽然新能源汽车产业的规模不大，但在技术和研发创新上取得的突破最为显著。其不仅在纯电动汽车上有深入布局，同时在燃料电池汽车的研发上也值得关注。目前丰田公司开发的燃料电池汽车Mirai（乘用车）技术已相当成熟，加氢时间、续航里程与传统燃油车相差无几，车主的体验感远好于纯电动汽车。同时氢燃料电池汽车在运行过程中仅排放水，实现了零排放、零污染，完全契合新能源汽车环保、绿色的理念。只是目前丰田Mirai的价格还过于昂贵，补贴后的销售价格也超过30万元，一定程度上削弱了其竞争力。可以看出，如果未来能有效解决燃料电池成本偏高的问题，则氢燃料电池汽车的推广还是很有希望的。除了在燃料电池汽车领域已经确立了优势外，日本在电动汽车领域的优势与中美等国相比也具有明显优势，特别是在关键核心部件动力锂电池的研发上，日本企业一直走在全球前列。

（五）新能源汽车领域的独角兽企业分析

在科技部火炬中心2018年初发布的独角兽榜单中，有8家企业入围（见表4－3）。其中宁德时代、银隆新能源涉及动力锂电池生产，而威马、蔚来、北汽新能源等5家企业以新能源汽车整车制造为主，还有一家企业以智能出行为主要业务。

表4–3 科技部火炬中心新能源汽车相关独角兽企业榜单

公司	估值（亿美元）	覆盖领域	成立时间（年）
宁德时代	200	动力锂电池	2011
威马汽车	50	新能源整车制造	2011
蔚来汽车	50	新能源整车制造	2011
北汽新能源	43	新能源整车制造	2009
银隆新能源	19.5	锂电池、整车制造	2009
橙行智能（小鹏汽车）	15	新能源整车制造	2014
知豆汽车	12.6	新能源整车制造	2015
时空电动	10	智能出行	2013

资料来源：科技部火炬中心，工行投行研究中心。

在动力锂电池和新能源整车制造之外，新能源汽车产业链在纵向和横向上还包括正极材料、锂化合物加工、充电桩运营、动力锂电池回收、储能设备等。而这些细分领域都有孕育独角兽企业的可能，特别是在充电桩运营、储能设备等领域，目前市场上还是空白，未来诞生独角兽企业的潜力较大。

二、新能源汽车投资案例和实践

（一）案例一：宁德时代（CATL）

在当前备受关注的新能源汽车产业中，恐怕没有一家企业能如宁德时代这样受到市场以及各路资本的追捧。作为国内动力锂电池的明星企业，宁德时代以领先的技术、强大的市场份额以及发展后劲成为国内新能源汽车产业中当之无愧的独角兽企业。

作为一家新兴企业，宁德时代成立的时间并不算长，诞生于2011年，成立之初就将应用于纯电动汽车的动力锂电池作为其主要研发和

突破方向，而同期我国新能源汽车产业，特别是纯电动汽车在2014年后迎来黄金发展期，共同成就了宁德时代的商业奇迹。2018年4月，宁德在证监会实现过会，2018年6月正式上市后，宁德时代市值迅速攀升至1 500亿元，成为当前我国新能源汽车产业乃至整个创业板中市值最高的企业。

1.动力锂电池产业概况

我国新能源汽车产业以纯电动汽车为主要发展方向，而纯电动汽车的核心部件为三电系统，即动力锂电池、驱动电机和电机控制器，也就是电池、电机、电控，其中动力锂电池在纯电动汽车中的成本占比最高，同时其品质也对纯电动汽车乃至整个新能源汽车产业的发展起到决定性的影响。因此当前无论是我国还是各发达国家均将电池技术作为纯电动汽车的主要突破方向给予高度重视。

宁德时代作为近年来我国动力锂电池市场快速崛起的一支新兴力量，在动力锂电池领域布局较早，同时在动力锂电池技术研发上也走在了国内同类型企业的前列，使其在动力锂电池市场的规模迅猛扩张。根据Wind的数据，2017年宁德时代的动力锂电池出货量高达11.84GWh，力压松下成为全球第一大动力锂电池生产商。

在国内，2017年宁德时代的动力锂电池装机量高达10.5GWh，占到2017年全国动力锂电池总装机量36.24GWh的29%。宁德时代一家公司的装机量几乎占到全国总装机量的1/3，其装机量不仅远高于行业排名第二的比亚迪，甚至比国内排名第三至第十位的锂电池供应商装机总和还要多（见图4－9）。进入2018年后，宁德时代的市场地位进一步强化，2018年3月，宁德时代的动力锂电池装机市场占比进一步上升至50.3%。

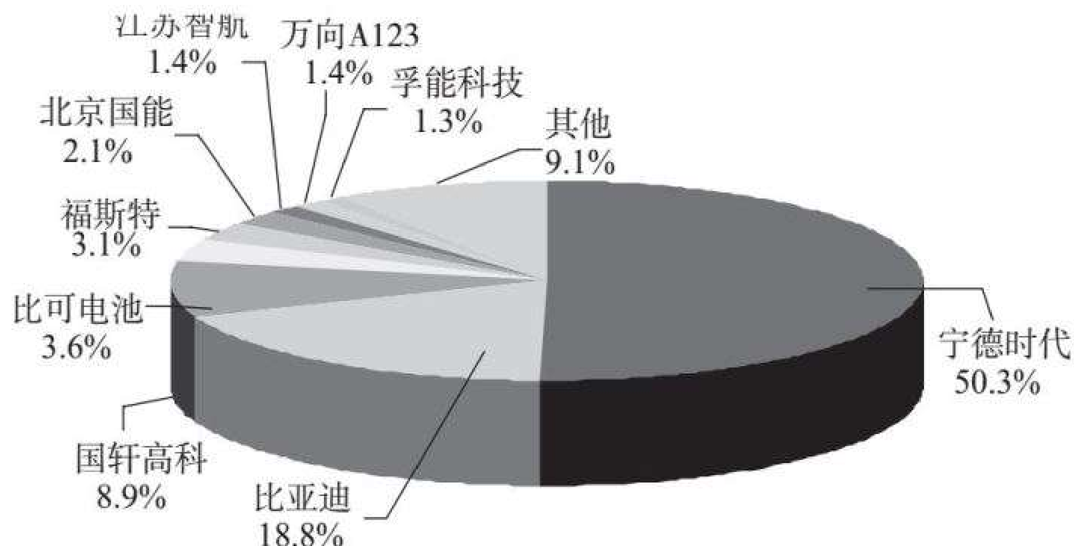


图4–9 2018年3月国内主要动力锂电池企业装机量市场占比

资料来源：真锂研究，工行投行研究中心。

2.技术优势确立竞争优势

宁德时代目前涵盖的业务范围主要包括电芯制造、模组与电池包、电池管理系统（BMS）以及电池回收等，其中为客户提供完整的能源解决方案是其核心业务。得益于在锂电池领域持续的投入，宁德时代在动力锂电池的技术方面处于国内领先水平，对比2017年宁德时代与国内其他几家主流锂电池供应商的供货情况（见表4－4）和电池技术指标发现，宁德时代的领先优势十分显著。值得注意的是，动力锂电池的关键指标是能量密度，而宁德时代在这方面一直处于国内领先地位，目前其已成功研发出能量密度在每千克200瓦时的三元锂电池。

表4–4 2017年国内主要动力电池企业供货情况

	宁德时代	比亚迪	沃特玛	国轩高科	天津力神	孚能科技
配套车型数（款）	390	78	96	131	82	15
供货车企数（家）	64	2	30	38	31	8
最高能量密度（Wh/kg）	151.4	140.67	130.8	140.3	149.9	126.35

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

凭借技术的领先优势，宁德时代在掌握优质客户方面也走在了国内其他动力锂电池企业的前面。根据2017年的数据，宁德时代前五大客户分别为郑州宇通、普莱德、吉利控股、厦门金龙和东风汽车（见图4–10），其中宇通为国内第一大新能源客车生产企业，吉利则是国内乘用车自主品牌的销量冠军，宁德时代掌握这两大核心客户，为后期公司的锂电池业务扩张奠定了良好的基础。除宇通、吉利外，宁德时代动力锂电池几乎涵盖了国内其他主流新能源汽车制造企业。

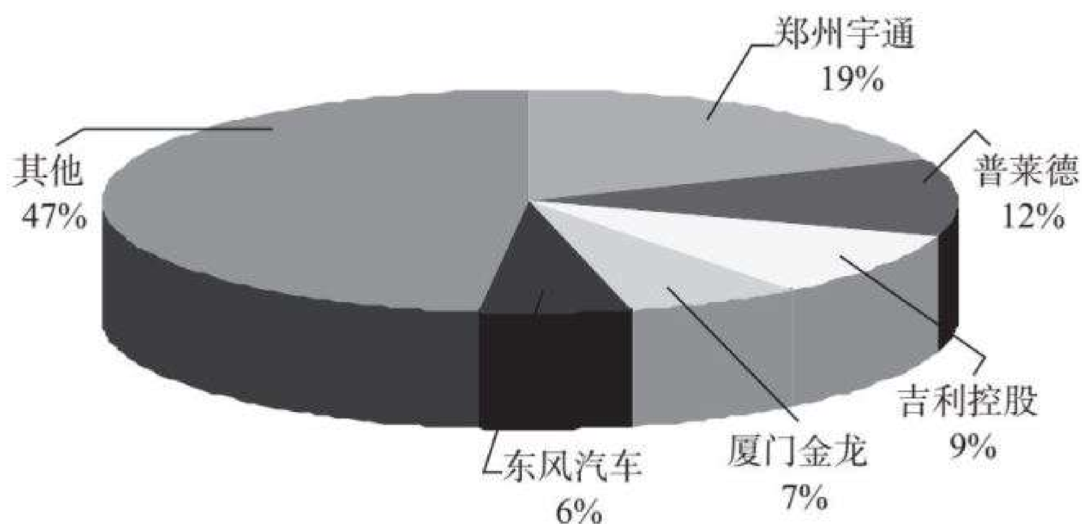


图4–10 2017年宁德时代下游五大客户占销售收入比重

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

除了在国内新能源汽车领军企业中拥有较高的市场占有率外，宁德时代还是我国首家进入宝马、大众等合资品牌汽车供应商名单的国产锂电池企业。由于新能源积分将于2019年进入正式实施阶段，合资品牌进入新能源汽车领域已进入倒计时阶段。合资品牌大量进入我国新能源汽车市场将使宁德时代充分受益。近期大众集团宣布了高达200亿欧元的动力电池采购计划并宣布已选定了中国和欧洲的合作伙伴，显然大众未提及具体名字的中国合作伙伴就是宁德时代。大众目前45%的销量来自中国大陆市场，转向电动化后大众在中国大陆沉淀多年的客户资源将帮助其迅速在新能源汽车市场获得大量订单，间接地宁德时代将与大众分享其在中国市场的成就。与国内另一家动力锂电池企业比亚迪相比，宁德时代的优势在于其开放的供应链体系，而比亚迪由于专注于为内部整车制造供应锂电池，事实上错失了近年来快速成长的动力锂电池市场。尽管比亚迪已宣布将拆分其动力锂电池产业并向其他整车制造企业开放供应锂电池，但显然在占领市场先机方面，宁德时代已经走在了前面。

3.公司产能持续高速扩张

根据我国政府的远景规划，到2020年新能源汽车产销量将达到200万辆，到2025年新能源汽车销量将占到国内汽车总销量的20%以上，而2017年新能源汽车的销量占比不足3%。可以看出未来很长一段时期，国内新能源汽车产业仍将保持高速增长的态势。基于此，宁德时代也制订了激进的产能扩张计划，计划到2020年将动力锂电池的产能提升至50GWh，这比2017年国内动力锂电池的总装机量还要高。其产能的主要增量将来自在福建省湖西扩建项目，该项目设计产能24GWh，投产后将大幅提升宁德时代的产能。

宁德时代2015年以来锂电池出货量的变化，如图4－11所示。

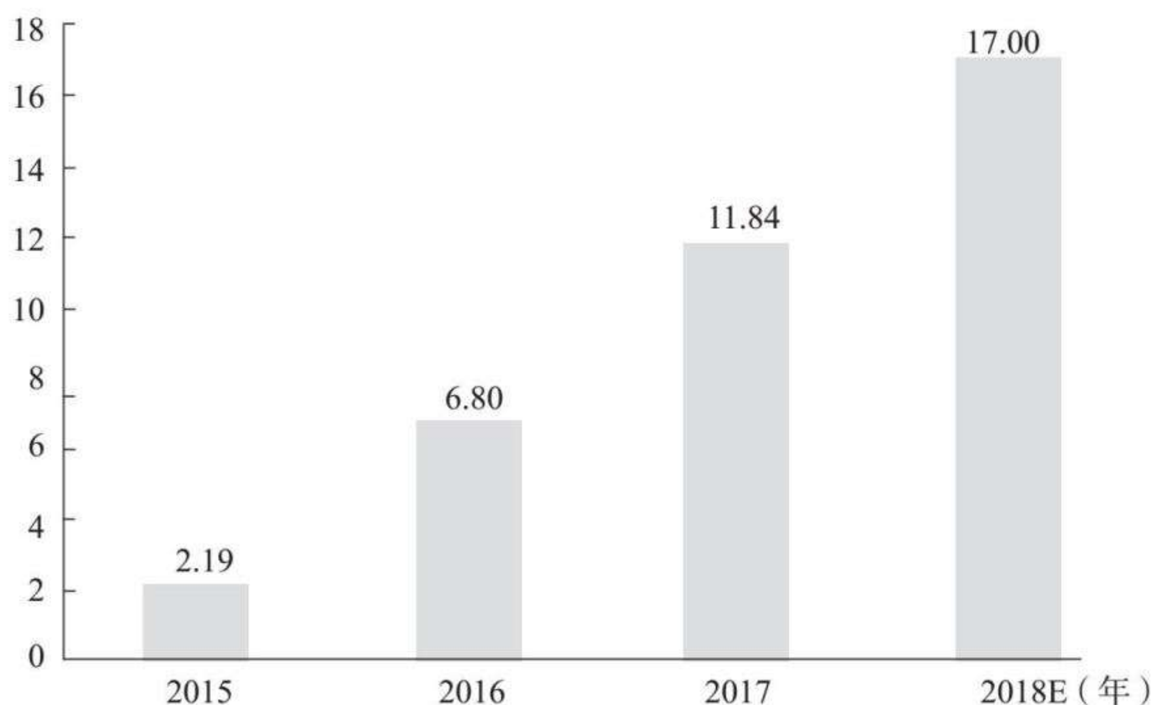


图4–11 宁德时代2015年以来锂电池出货量变化（单位：GWh）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

而我们看到宁德时代2017年的出货量仅为11.84GWh，这意味着宁德时代在未来几年，年均复合增长率将基本稳定在30%以上的超高水平。同时由于其公司锁定了宇通、吉利、北汽、大众这些高质量客户，宁德时代实现这样的销量目标具有很高的可行性。

4.财务状况：业绩增长稳健，但盈利能力有下滑趋势

宁德时代近年来的收入和利润变化与其出货量高度正相关，2017年实现营业收入近200亿元，实现利润39.72亿元，同比增速分别高达34.3%和31.4%。但与2016年相比，公司的净利润率和净资产收益率均出现一定下滑（见表4－5）。

表4–5 2014—2017年宁德时代财务状况及盈利能力变化（单位：百万元）

年份	2014	2015	2016	2017
营业收入	867	5 703	14 879	19 997
净利润	54	931	3 022	3 972
主营业务利润率	25.7%	38.6%	43.7%	36.3%
净利润率	6.3%	16.3%	20.3%	19.9%
净资产收益率	16.2%	62.1%	19.1%	15.0%

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

一方面，宁德时代动力锂电池的主要原材料为锂、钴等金属，而且近年来锂、钴、镍等原料持续上涨，特别是碳酸锂和金属钴的价格涨势强劲。2015年国内碳酸锂价格仅为5万元/吨左右，但2017年则暴涨至15万元/吨以上（见图4－12）。另一方面，国内动力锂电池的价格则在不断下降。2014年宁德时代的动力锂电池销售均价为每瓦时2.89元，但至2017年销售均价下降至每瓦时1.41元，三年中下降超过50%（见图4－13）。自2014年我国启动新能源汽车商业化以来，我国政府已累计发放补贴专项资金1 700多亿元，中央财政不可能持续高强度地对新能源汽车产业进行补贴。而新能源汽车要实现在成本上达到或接近燃油车的水平，动力锂电池价格下降是关键。根据相关测算，动力锂电池价格达到每瓦时1.0元才能勉强摆脱财政补贴，动力锂电池价格达到每瓦时0.61元才能对传统燃油车形成竞争优势。因此，未来动力锂电池价格继续下降既是产业政策的内在要求，也是新能源汽车实现商业化的必由之路。宁德时代要想在电池价格持续下降，锂、钴金属价格高位运行的背景下继续保持较好的盈利能力，则必须依赖技术进步，但这具有一定的不确定性。我们认为，未来宁德时代的收入规模将继续保持高速增长态势，但利润水平有下滑的风险。

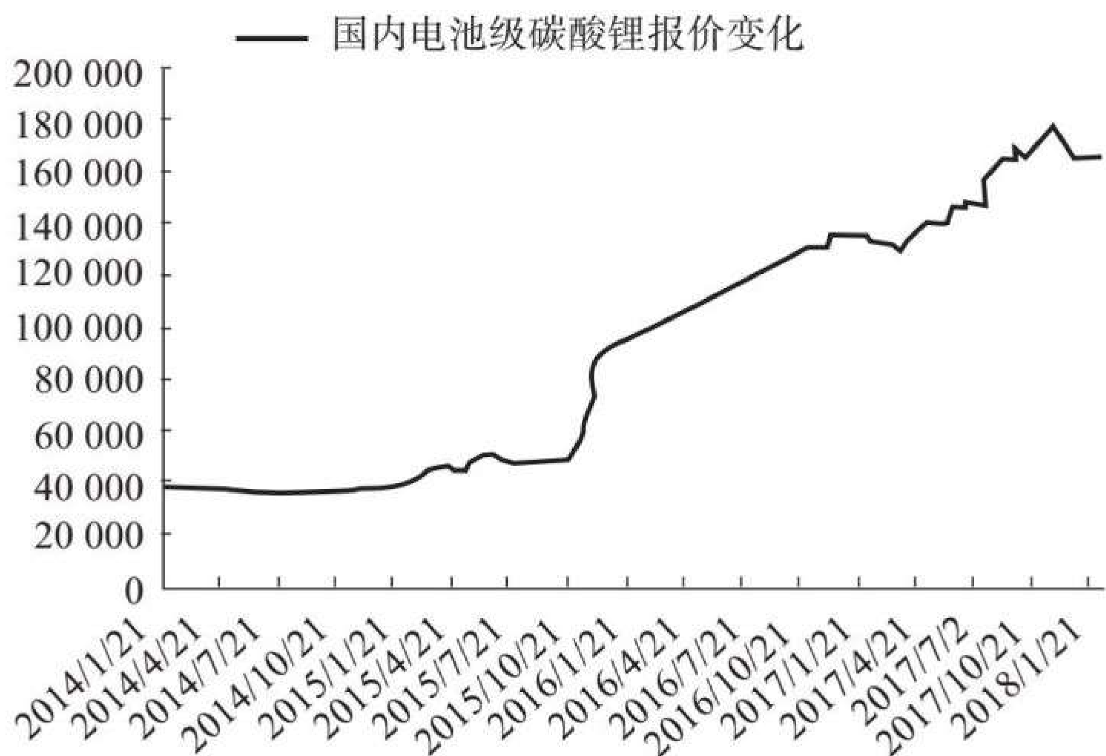


图4–12 国内碳酸锂价格变化（单位：元/吨）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

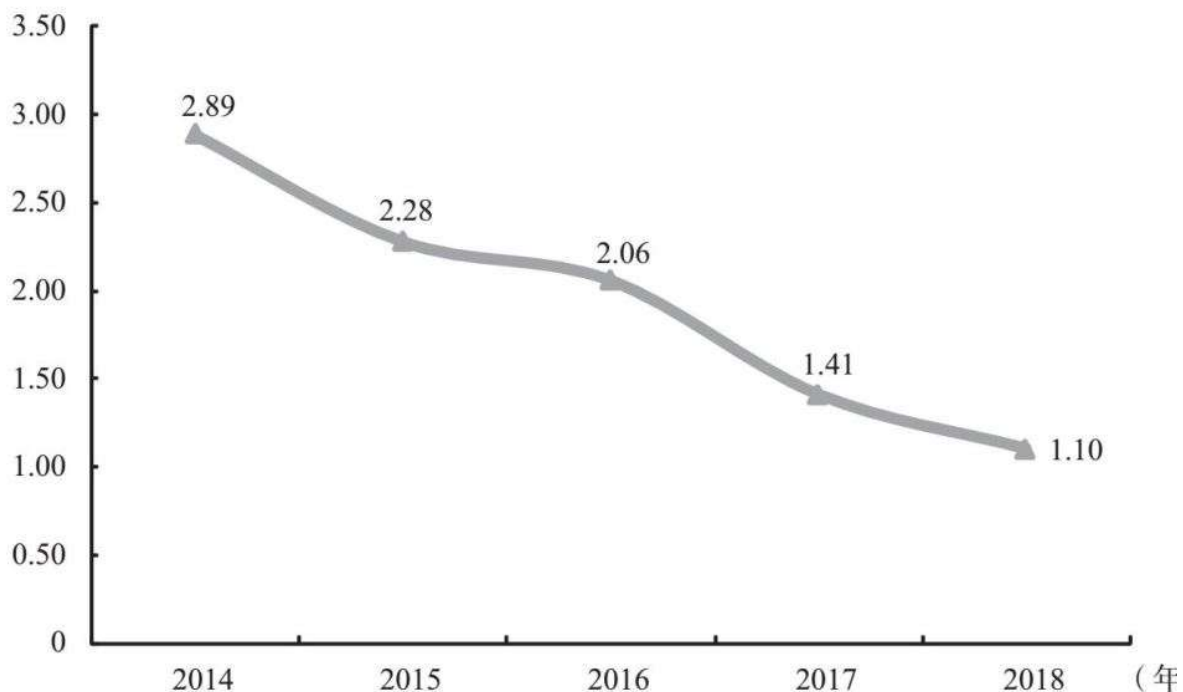


图4-13 宁德时代动力锂电池销售均价变化（单位：元/瓦时）

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

5.面临的主要风险：技术迭代引发的产业升级

除了盈利能力下滑外，宁德时代面临的主要风险将可能来自技术迭代进步所遭遇的挑战和压力。目前全球市场上主流的动力锂电池有磷酸铁锂电池和三元锂电池，受政策引导的影响，三元锂电池已经成为当前市场的主流。宁德时代现有的大部分产能和在建产能都是以三元锂电池为主。根据2018年数据，宁德时代出货量的65%为三元锂电池。但我们必须看到，三元锂电池和磷酸铁锂电池在当前的商业应用中并不十分成功，现有的三元锂电池技术其实并不能很好地满足客户的需要。而还处在研发中的一些新技术如固态锂电池、钽铌电池已经在实验阶段取得突破，如果这些拥有更加卓越性能的锂电池一旦商业化成功，投入市场，将形成对三元锂电池的颠覆性置换和淘汰。目前宁德时代的绝大部分资产都集中在三元锂电池上，因此如果出现技术上的颠覆突破，其目前所拥有的市场优势、技术优势可能不复存在。当然我们看到宁德时代本身也在从事下一代高性能电池的研究，目的也是希望继续保持其在动力电池领域的优势。加之现有实验室阶段的超级电池短期内商业化的可能性并不高，因此我们总体认为三元锂电池在短期内遭遇技术颠覆的风险并不大。

（二）案例二：WW汽车

WW汽车公司是一家由一批国内互联网巨头及知名投资机构发起设立或参股的高端新能源乘用车供应商。不同于传统的汽车制造商，WW汽车具有很强的互联网背景，并专注于整车设计和产品营销，而整车制造则采用代工模式，因此WW也被市场归类为造车新势力。根据2018年初科技部火炬中心的独角兽榜单显示，WW汽车目前估值大约50亿美元。

1.主力车型概况

WW汽车目前旗下主要有一款高端乘用车和电动跑车，目前进入商业化运营并投放市场的主要是高端乘用车EE8。该款汽车是由WW汽车推出的一款以高性能、智能化为主要特色的高端纯电动SUV（多功能运动车），主要面向一、二线城市的中产家庭及高净值人群。该车型与特斯拉相仿，采用全铝车身结构设计，同时搭载了自主研发设计的NM车载人工智能系统以及NIO Pilot智能驾驶（自动驾驶）系统。这些设计理念以及配套搭载系统在国内当前新能源汽车领域具有划时代的意义。而EE8的内部配置则凸显豪华与人性化。可以说EE8堪称我国新能源汽车市场迄今为止推出的最豪华、最具前沿理念的高端纯电动乘用车型。

我国新能源汽车市场自2014年商业化以来，虽然在过去的四年中实现了爆发式增长，产销量均位居全球首位，但客观地看，国内绝大多数企业对于新能源汽车的设计缺乏创新，消费者其实并没有感受到新能源汽车与传统燃油车在体验上的明显差别。而WW汽车EE8的推出，让我们看到纯电动车的优势在于其能更好地嫁接人工智能、自动驾驶等前沿技术，这也是未来电动汽车的发展趋势和方向。因此无论WW汽车在商业上成功与否，它所进行的开拓性探索对我国新能源汽车产业未来发展都具有重要的示范意义。

2.WW汽车的技术优势

WW汽车最大的特点就是引入众多高科技元素，其中人工智能、自动驾驶以及充换电一体化是最突出的三大亮点。

人工智能是当前全球正在积极开发的前沿技术和科技，WW汽车旗下的EE8搭载了自主研发的NM车载人工智能系统，这也被WW称为全球首个在量产车型上应用的人工智能系统。NM车载人工智能系统基于强大的车载计算能力和云计算平台，集成了语音交互系统和智能情感引擎，创造出全新的人车交流方式，给用户带来全新的乘车和驾驶体验。

而WW汽车搭载的NIO Pilot自动辅助驾驶系统，则是国内新能源乘用车中首个进入实用的自动驾驶系统。NIO Pilot拥有4个环视摄像头、5个毫米波雷达和12个超声波传感器，同时还装载了MobileyeEQ4自动驾驶芯片，自动驾驶的系统硬件配置为一流水准。

除了人工智能和自动驾驶以外，WW汽车最大的亮点在于实现了充换电一体化的设计理念。从近年来国内新能源汽车，特别是纯电动汽车发展的实践来看，充电问题实际已经超越电池问题成为困扰产业发展的最大障碍。对于纯电动客车和专用车而言，由于其行驶路线相对固定，车位也有保障，因此其充电问题并不十分突出。而对于纯电动乘用车主来说，充电问题则非常突出。一方面，虽然国家投入大量资金建设了众多充电桩，但可供利用的有效充电桩资源非常有限。统计显示，至2018年初国内已有24万个公共充电桩，新能源汽车保有量172.9万辆，纯电动乘用车保有量80.1万辆，似乎从数据看充电桩资源是比较丰富的，但由于燃油车占位、管理不善、兼容性不强、位置偏僻等诸多因素，电动乘用车主仍感到充电难题十分突出。另一方面，受充电技术的制约，当前公共充电桩（快充）功率基本在60KW左右，以70KWh动力锂电池为例，理论上充满也需要1个小时以上，但考虑实际充电功率远低于设计功率（特别是冬季低温下更为明显），因此充电时间远长于理论时间。可以说在目前的充电模式下，纯电动乘用车主的充电体验相当糟糕，这也实际成为阻碍新能源车推广的主要瓶颈。

WW汽车的充换电一体化能量补给方式在国内私家乘用车中可谓首创（北汽新能源等公司也推出换电模式，但仅限于本品牌的出租车）。根据WW披露的信息显示，WW汽车为旗下车型预留了换电结构，可以在换电站下通过全自动方式完成电池更换，且仅需3分钟，动力补给时间达到与燃油车相当的水平。同时WW汽车也可以使用公共充电桩或自有桩进行充电，充换电一体化的模式可以有效缓解乘用车主的里程焦虑并改善体验，可以说WW汽车在动力补给方式上实现了突破。根

据WW汽车的规划，其未来拟在全国范围内建设大约1 100座换电站，覆盖国内一、二线城市。

WW汽车定位高端市场，其基准版报价44.8万元，根据2018年的补贴政策，补贴后价格为37.3万元。目前国内新能源乘用车的报价区间基本集中在20万元以下，特别是以15万元以下为主，20万元以上报价的车型仅有特斯拉，但报价已高达70万元。因此在20万~50万元的价格区间，新能源乘用车出现明显的空白，而WW汽车的推出，有效填补了国内高端纯电动乘用车市场的空白。

3.WW汽车面临诸多挑战

尽管WW汽车是一款定位高端乘用车市场的豪华纯电动车，但其面临的风险和挑战也不少。我们认为其未来面临四个方面的风险点：一是代工模式给品控带来不确定性；二是换电模式不容易成功；三是人工智能、自动驾驶等前沿技术在应用层面还有很多困难；四是相似车型大量推出，竞争压力增大。

作为一家具有很浓的互联网氛围的公司，WW汽车在新能源汽车制造方面选择了代工模式。这不仅是由于WW汽车秉承轻资产的运营模式，以便将更多精力投入研发和创新中，更是其短期内在牌照方面的客观限制所导致的。

但我们认为汽车产业与其他消费性电子产业有很大不同，汽车产品的控制更加复杂。从全球范围看，知名品牌的车企一般不会采用代工模式。WW汽车的代工模式虽有其无奈之处，但也让企业对产品的品控成为难题。加之选择的代工合作伙伴本身缺乏强大的技术支撑和品牌影响力，WW汽车的代工之路必将充满风险和挑战。

换电模式也是WW汽车面临的另一个挑战。我们在前文曾指出，换电模式本身为WW汽车的创新亮点，也是企业出于解决车主里程焦虑的突破性方案。但从历史经验看，换电模式本身也充满巨大挑战和风险。实际上，换电模式并非WW汽车首创。美国Better place公司曾在

这方面进行探索，还曾获得通用电气、汇丰等公司的投融资。但2013年这家公司就由于种种原因而宣布破产。特斯拉在2013年也发布了93秒的换电技术（比WW汽车的180秒换电技术更快），随后两年在美国建立了多个换电站。但至2015年6月，短短两年之后，特斯拉就宣布放弃换电模式，转而推广超级快冲桩模式。

因此目前WW汽车发布的3分钟换电模式，实际是重走特斯拉、Better place的老路，前景并不明朗。换电站的建设不仅需要落实土地，还需要冗长而复杂的审批，建设周期远高于充电桩的建设。WW汽车的目标市场和客户群体全部集中在一、二线城市，而这些地区正是土地价格高昂的地区，大量建设换电站是否会给WW汽车背上沉重的财务负担，也是未知数。另外，目前我国政府对于充电桩的建设是给予了财政补贴的，而且补贴力度在加大，但换电模式由于非主流，预计短期内无法获得政府的财政补贴，这些都加大了换电模式推广的困难。总之，换电模式对于用户来说虽大大提升了体验感，但能否成为一种商业模式并具有可持续性尚难以预料。

WW汽车面临的第三个风险在于能否成功应用前沿技术。与国内其他新能源乘用车最大的区别是，WW汽车大量使用了人工智能、自动驾驶等前沿技术，可以带给用户全新的体验。但我们同时也必须看到，当前自动驾驶技术尚处在研发、试验阶段，虽然很多企业都在打自动驾驶的概念，但其实至多是自动辅助驾驶系统。当前阶段的自动驾驶系统还无法完全摆脱对人的依赖，即使在国际上走在自动驾驶前列的特斯拉，近期也频频爆出自动驾驶系统的系列问题。

人工智能在汽车领域的应用目前也处在早期阶段。从WW汽车发布的NM系统，我们可以看到，虽然该系统可以给用户带来很好的体验，但这种技术上的变化还不是颠覆性的，也不是不可缺少的功能。更通俗地说，这些功能更像是一些增值功能，即使缺少也不会给用户的驾驶造成明显的负面影响。总体来看，目前WW汽车在其量产车型中推出

的自动驾驶、人工智能的前沿技术，一方面成熟度有待考验，另一方面，这些技术还未对驾驶模式造成颠覆性的影响。

WW汽车面临的第四个风险则是2018年以来相似、相仿车型大量推出，其中既有跟其相似的互联网造车新势力，也有传统车企。这些车型普遍引入人工智能、自动驾驶等技术，同时也以大型豪华SUV为营销点，可以说2018年初推出的众多新能源车型与WW汽车有很多相似性，这也使得WW汽车将在后期遭遇更为激烈的市场竞争。

---

1. GWh是动力锂电池的常用单位，即吉瓦时，1GWh=106KWh（千瓦时）。——编者注

第二节
工业机器人零部件的国产化：RV减速机与谐波减速机

一、工业机器人销量猛增倒逼企业突破零部件

（一）我国工业机器人销量领先背后的隐忧

工业机器人产业发展的强弱是反映一国高端装备制造能力以及工业基础实力的重要标志，自2013年以来，我国已经成为全球最大的工业机器人消费市场。

纵观全球工业机器人市场，工业机器人主要应用领域是搬运和焊接，主要应用行业是汽车和电子制造业，而中国市场一直是工业机器人的使用大户。国际机器人协会（IFR）年度报告显示，IFR汇集了全球近60家机器人供应商和集成商，由此得出结论，2018年全球工业机器人产量将增长10%，而2017年的增幅为30%，与2017年相比，2018年市场表现相对低迷。据IFR统计，2017年全球机器人产业规模162亿美元，增幅达21%，产量达38.1万台，同比增长30%。2018年全球产业规模达到300亿美元，产量达42.1万台，同比增长10%，另外，2018—2020年中国大陆市场工业机器人销量将分别达到16万、19.5万、23.8万台，未来3年CAGR将达到22%。

2018年全球工业机器人五大主要市场分别为中国、日本、韩国、美国及德国，五大国家产量及销售占全球总销量的75%，其中中国占比36%，位居第一位。日本是全球工业机器人的主要生产基地，占全球总

产量的56%，且以高端机器人、核心零部件为主，同时日本也是最大的工业机器人出口国，产品主要出口至北美、中国、韩国及欧洲。

近年来，我国工业机器人销量一直领跑全球，从而带动了我国企业工业自动化程度大幅度提升。但是从增量看，与全球趋势保持一致，2018年中国工业机器人的市场表现也出现了下滑。根据2018年8月第四届世界机器人大会发布的数据显示，2017年，随着国内工厂自动化水平的持续提升，工业机器人销量为14.6万台，同比增长67.7%，使用密度达88台/万人[国际机器人协会数据为：2017年我国工业机器人密度达到97台/万人（见图4-14）]，首次超过全球平均水平的69台/万人（国际机器人协会数据为：2017年全球工业机器人平均密度为85台/万人）。综合工信部统计数据，预计2018年产量约15万台，增速明显放缓。如果将我国市场的机器人产量进行拆分，数据则更为不客观。2018年，国产机器人市场占有率不到1/3，其余均被外资占据，特别是汽车等高端领域几乎没有国产机器人市场，而在中低端应用领域（如搬运、码垛、喷涂、金属加工等）则成为国产品牌的主要战场。但是，虽然外资品牌占有率较高，但也带动了我国工业机器人密度的提升，下游用户将受益于自动化效率的提升。

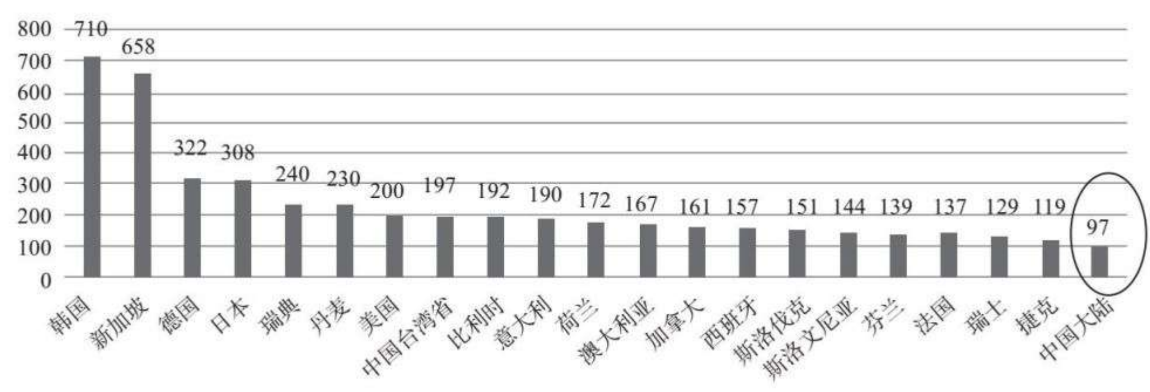


图4-14 2017年全球主要国家或地区工业机器人密度

数据来源：IFR，工行投行研究中心。

在美国市场，2018年，汽车行业机器人订单量同比下降约70%，而其他行业机器人销量却同比上涨55%。就中国市场而言，2018年中国工

业机器人销量增幅仅为2017年的1/3左右，由此说明，我国工业机器人销量井喷的时代已经过去，产量进入平稳期和质量提升期，主要原因是大类（汽车、电子、物流等）行业使用的机器人设备已基本在前些年购置完毕且未过折旧期，需求集中在解决方案的提升、设备的维护和微调，而非大类固定资产配置。特别是工业机器人传统大户汽车行业销量下滑影响，下游用户对工业机器人的需求增速放缓。

2018年中国大陆市场机器人（含进口）产量（见图4－15）。但是，随着中国对汽车产业外资限制逐步放开以及关税政策的逐步下调，预计在2019—2022年，中国将成为外资车企设立研发基地、测试基地以及生产基地的首选地，从而带动工业机器人销量上升。因此，我们预计，2019年中国大陆市场机器人产量、销量将保持上升趋势，但增速继续放缓，价格平稳下调，汽车等高端应用仍将以外资品牌工业机器人为主。

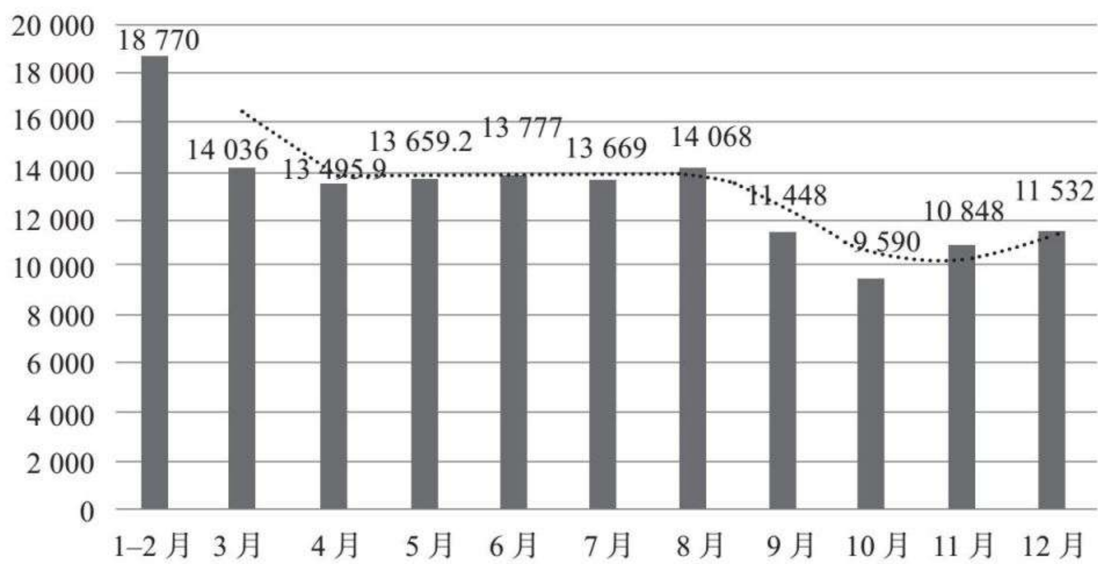


图4–15 2018年中国大陆市场机器人（含进口）产量（单位：台）

数据来源：工信部以及市场公开资料，工行投行研究中心。

全球工业机器人产量预测如图4－16所示。

近年来，我国工业机器人无论是在产量还是销量上都交出了令人满意的成绩单，但是在成绩单的背后存在着国产率较低、产品故障率高、核心零部件进口依赖度高等一系列产业发展痛点。同时，约60%的工业机器人来自瑞士ABB、德国库卡（2017年被美的收购）、日本发那科和安川电机四大机器人家族，国内自主品牌市场份额占比在10%~15%。在10%~15%的市场份额中，核心零部件进口依赖度高成为制约企业利润的主要问题。若剔除进口因素，国内各大企业在机器人本体和系统集成中利润极低，还要忍受日本等国零部件“同产品不同价格”的差别待遇，比如ABB、库卡、安川等国际巨头的一套精密减速机价格为3万~5万元，卖给我国企业价格则在7万~12万元。我国企业采购精密减速机的成本比国际巨头贵一倍还多。

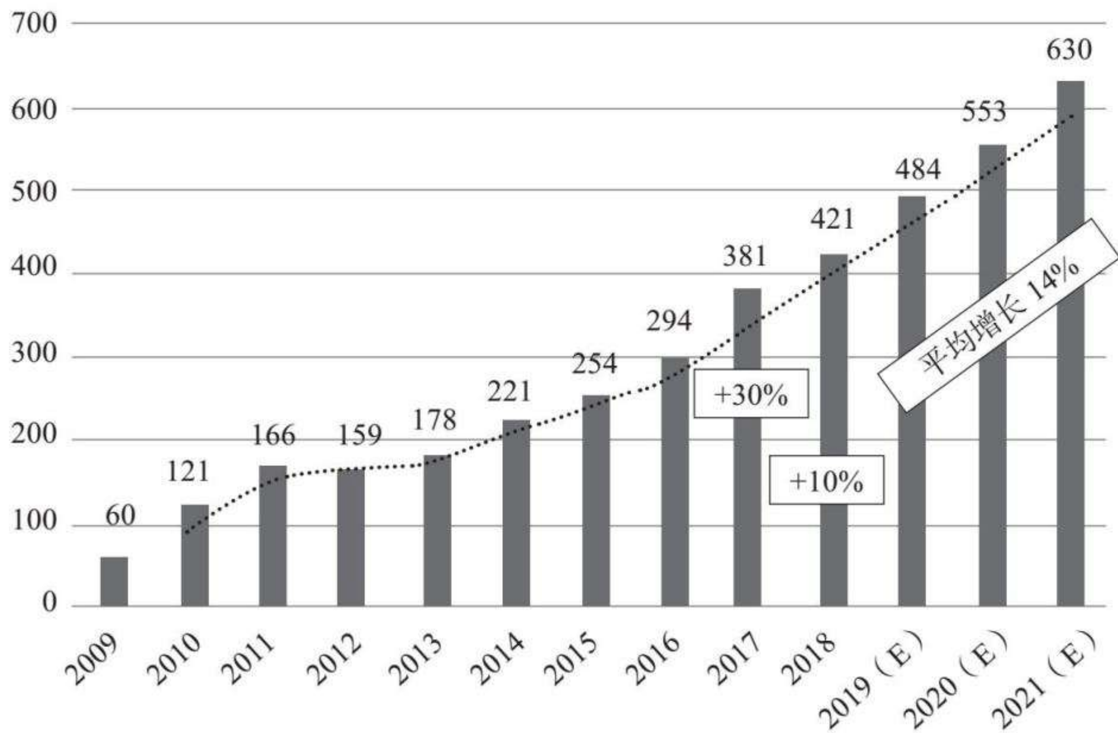


图4-16 全球工业机器人产量预测（单位：千台）

数据来源：工信部，工行投行研究中心。

工业机器人通常由以下四大部分构成：一是本体，占整个工业机器人成本的25%左右，二是伺服电机占比25%，三是减速机占比35%，四

是控制系统占比10%，其他占比5%。其中，伺服电机、减速机和控制系统技术难度最高，也是决定工业机器人效能的重中之重。目前，我国工业机器人本体市场发展成熟、竞争充分，主要原因是行业门槛较低。而以一台高精度工业机器人均价25万元为例，减速机、伺服电机、控制器成本就在17万元左右，目前，这17万元的成本主要归于进口。因此，我国工业机器人行业利润的突破就在于核心零部件，而不在于本体，但是，机器人本体能够代表工业机器人零部件的整个市场需求，如此大的体量已经对我国核心零部件实现国产化形成了良性倒逼。

（二）工业机器人规范有法可依，达标企业逐年增多

为了解决工业机器人发展过程中的隐患，首先就要有行业标准及规范，形成标准引领—产业和技术示范—冠军企业的发展路径，这也是全球各国产业发展的惯例。标准的制定主要有两方面意义，一是为行业发展扫清障碍，确保各类技术指标保持先进性，避免低端化、同质化、重复化的研发和生产；二是明确优先、重点发展的方向。因此，早在2016年4月27日，工信部、发改委、财政部已经印发《机器人产业发展规划（2016—2020年）》的通知，聚焦智能生产、智能物流，攻克工业机器人关键技术，提升可操作性和可维护性，重点发展弧焊机器人、真空（洁净）机器人、全自主编程智能工业机器人、人机协作机器人、双臂机器人、重载AGV等六种标志性工业机器人产品，引导我国工业机器人向中高端发展。

根据该发展规划，工信部于2016年12月发布《工业机器人行业规范条件》，从综合条件、企业规模、质量要求、研发创新能力、人才实力、销售和售后服务、社会责任、监督管理等方面对工业机器人本体生产企业和工业机器人集成应用企业进行了规范。2017年7月，工信部印发 《工业机器人行业规范管理实施办法》，对工业机器人行业规

范做出了系统性安排，至此，我国工业机器人行业规范、企业生产标准和质量水平进入有章可循的时代。

2018年6月15日，工信部正式公布首批符合《工业机器人行业规范条件》的企业名单（见表4－6），涉及北京市、江苏省、安徽省、广东省、青岛市等9个省市的15家工业机器人生产研发企业，包括工业机器人本体和集成应用两大类别。

表4–6 首批符合《工业机器人行业规范条件》的企业

序号	地区（推荐单位）	企业名称	申请类别
1	北京市	北京赛佰特科技有限公司	本体
2		机科发展科技股份有限公司	本体、集成应用
3	江苏省	昆山佰奥智能装备股份有限公司	集成应用
4		江苏长虹智能装备集团有限公司	集成应用
5		南京埃斯顿机器人工程有限公司	本体
6	安徽省	埃夫特智能装备股份有限公司	本体
7		安徽巨一自动化装备有限公司	集成应用
8	广东省	广州数控有限公司	本体
9		巨轮智能装备股份有限公司	集成应用
10	上海市	上海新时达机器人有限公司	本体
11	青岛市	青岛宝佳自动化设备有限公司	集成应用
12		青岛诺力达智能科技有限公司	本体
13	中国电子信息产业集团有限公司（南京市）	南京熊猫电子装备有限公司	本体、集成应用
14	辽宁省	沈阳新松机器人自动化股份有限公司	本体、集成应用
15	浙江省	浙江万丰科技开发股份有限公司	集成应用

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

国家机器人创新中心是工信部批准建设的国家制造业创新中心之一，按照“一个明确、四个突出”的原则建设，即明确定位，抓好面向行业的关键共性技术研发；突出协同化，抓好产业创新联盟建设；突出市场化，抓好以企业为主体、产学研用深度融合的技术创新机制

建设；突出产业化，抓好科技成果转移转化的辐射带动能力建设；突出可持续发展，抓好基于自我造血循环发展的商业模式创新。该中心由中科院沈阳自动化研究所和哈尔滨工业大学等单位共同发起筹建，以沈阳智能机器人国家研究院有限公司为依托，现有14家股东单位。

根据公开资料显示，沈阳智能机器人国家研究院有限公司成立于2017年3月，股东包括沈阳中科天盛自动化技术有限公司（出资比例21%）、哈尔滨工业大学资产投资经营有限责任公司（21%）、沈阳新松机器人自动化股份有限公司（13%）、哈尔滨博实自动化股份有限公司（8%）、哈工大机器人集团有限公司（6%）、埃夫特智能装备股份有限公司（5%）、南京埃斯顿自动化股份有限公司（5%）、国机智能科技有限公司（3.5%）等。

（三）我国工业机器人本体集中度高，但欠缺核心零部件

从目前市场情况来看，国内大部分企业在做机器人的组装，核心零部件领域或者共性关键技术涉足较少，因此零部件完全或绝大多数依赖进口。这导致短期国内工业机器人产业利润较高，但这样的利润主要是受规模和低价的双重因素影响，不具备长期的经济性。从中长期来看，国内机器人企业还可能出现利润走低、同质化走高的不利局势，因为机器人的核心利润主要集中在零部件，不在本体，销售周期越长，这种分化就越显著。但是，绝不能否认工业机器人本体企业的综合实力。国内众多的本体企业在核心零部件领域突破较大，走的是“本体+核心零部件研发”的路径，甚至很多机器人企业在用自己生产的零部件，逐步走向进口替代，这个趋势在近几年越发明显，工信部公布的名单中的企业走的基本上也是这个路径。未来或者说现在，工业机器人产业出现一个分水岭，那些拥有核心技术、保持稳定利润、进口替代能力显著增强的工业机器人企业会越来越受到投资者的关注，估值也随之升高；而这些企业绝不会单纯依赖本体发展，同时这

些企业会在国内、国外两个市场进行整合、并购，直接融资机会将不断出现。相反，仅仅依靠组装、低价为生的企业衰退期将会快速到来，市场也会自动淘汰这些企业。

我们把工业机器人产业链分成上中下三个层次：上游是核心零部件，主要是减速机和控制系统，这相当于机器人的“大脑”；中游是机器人本体，即机器人的“身体”；下游则是系统集成商，依赖上游和中游的核心设备做集成品。在工业机器人构成中，技术难度最高的三大核心零部件是控制器、伺服电机和精密减速机，目前我国85%的减速器市场、90%的伺服电机市场以及超过80%的控制系统市场被海外品牌占据，而在本体和集成方面国外企业并不看重。

1.减速机

从结构来看，机器人第一关节到第四关节全部使用RV减速机，轻载机器人第五关节和第六关节有可能使用谐波减速机。因此，重载机器人所有关节都需要使用RV减速机，RV减速机生产难度大于谐波减速机。平均而言，每台机器人使用4.5台RV减速机。2013年世界机器人销量18万台，需使用减速机81万台。

谐波减速机、交直流伺服电机与控制器作为工业机器人技术的三个主要核心零部件，更是直接决定了工业机器人的性能。精密谐波减速机的存在保证了电机在一个合适的速度下运转，并精确地将转速降到工业机器人各部位需要的速度，提高机械体刚性的同时输出更大的力矩。与谐波减速机相比，RV减速机对材料科学、精密加工装备、加工精度、装配技术、高精度检测技术的要求都更高，国产化难度也更大。一个减速机约有26~32个零部件，不仅核心零部件精度需要达到1毫米的千分之三以下，组装后整体角度更要精确到一分，即1°的1/60。

2. 伺服马达

伺服马达是工业机器人的动力系统，一般安装于机器人的关节处，是机器人运动的心脏，通常又可细分为两个部分，一为马达本体，二为运动控制系统。主流供应商包括日本松下、摩川、安川、三菱、三洋、富士以及欧美厂商如德国伦茨（Lenze）、博世力士乐（Bosch Rexroth）。目前仅日系品牌即占全球机器人市场的40%。在我国台湾地区，伺服马达品牌如东元、台达电等企业竞争力较强。

伺服电机在机器人中用作执行单元，是影响机器人工作性能的主要因素。它主要分为步进、交流和直流，机器人行业应用最多的是交流伺服。

我国伺服系统自主配套能力表现较好，较大规模的伺服品牌有20余家，技术路线上与日系产品接近。从市场规模来看，目前国内伺服市场仍然是以国外品牌为主，主要来自日本、德国和美国品牌。其中，日本品牌在中小型OEM（原始设备制造）市场上尤其具有垄断优势；欧美品牌在高端设备和生产线上比较有竞争力。相比之下，国产伺服品牌起步较晚，多是以原步进产品的供应商及数控产品提供商发展而来，以低端市场为主要竞争格局，近几年国产伺服产品销售业绩也是处在逐步上升的态势。

3. 控制器

控制器被称为机器人的大脑，主要作用是发布和传递动作指令，包含硬体及软体两部分。硬体是工业控制板卡，包括一些主控单元、信号处理等电路，国产品牌已经掌握这些硬体技术，国内外差距最小；软体则是控制演算法，国产品牌在稳定性、响应速度、易用性等方面与国外品牌还有差距。一般较成熟的机器人厂商多半自行开发控制器，以保证品质的稳定性及产品的维修体系，因此也是各机器人制造商的核心技术所在。除了全球四大机器人厂商自行研发控制器外，爱普生、电装公司、东芝亦深耕控制器领域，生产自有品牌的机器人。而在我国台湾地区，诸如工研院、研华宝元、新汉等厂商市场表现较好。

二、RV减速机：国产化难度大于谐波减速机，市场供不应求

减速机是连接动力源与执行机构之间的传动机构，能将马达的转速降低，并让转矩提升。其将电动机、内燃机等高速运转的动力，透过输入轴上的小齿轮啮合后，再输出至轴上的大齿轮以达到减速的目的，并借此传递更大的力矩。减速机主要分为RV减速机与谐波减速机，安装在机座、大臂、肩膀等重负载位置的为RV减速机，安装在小臂、腕部或手部等轻负载位置的为谐波减速机，从技术构成来看，谐波减速机复杂程度远低于RV减速机。

相比谐波减速机，RV传动是在传统针摆行星传动的基础上发展出来的，不仅克服了一般针摆传动的缺点，还具有体积小、重量轻、传动比范围大、寿命长、精度保持稳定、效率高、传动平稳等一系列优点。RV减速机是由摆线针轮和行星支架组成，以其体积小、抗冲击力强、扭矩大、定位精度高、振动小、减速比大等诸多优点被广泛应用于工业机器人、机床、医疗检测设备、卫星接收系统等领域。RV减速机的壳体和摆线针轮是通过实体的钢来发生传动的，因此承载能力强。而谐波减速机的柔轮通过不断发生变形来传递扭矩，这一点决定了谐波减速机承受大扭矩和冲击载荷的能力有限。基于此，RV减速机也有自身的缺点，比如RV减速机的轴承是其薄弱环节，受力时很容易突破轴承的受力极限而导致轴承异常磨损或破裂，在高速运转时该问题更突出，所以RV减速机的额定扭矩随输入转速下降非常明显。

在优点方面，RV减速机较机器人中常用的谐波传动具有高得多的疲劳强度、刚度和寿命，而且回差精度稳定，不像谐波传动那样随着使用时间增长，运动精度就会显著降低。所以许多国家的高精度机器人传动多采用RV减速机，但这并不意味着RV减速机可以替代谐波减速机。谐波减速机的特点是轻和小，在这方面，RV减速机却很难做到，所以一种产品完全替换另一种产品是不现实的。

据高工机器人产业研究所（GRII）数据统计，国内有353家机器人企业，其中研究减速机的只占到13家，研究RV减速机的只有5家。从全球市场来看，RV减速机被日本纳博特斯克垄断，谐波减速机则是日本哈默纳科占绝对优势。从2016年、2017年开始，我国南通振康、绿的等企业开始在减速机方面逐步实现国产化，但仍处于奋起直追阶段，尚不能完全实现替代进口零部件产品。

谐波减速机和RV减速机结构图如图4－17、图4－18所示。

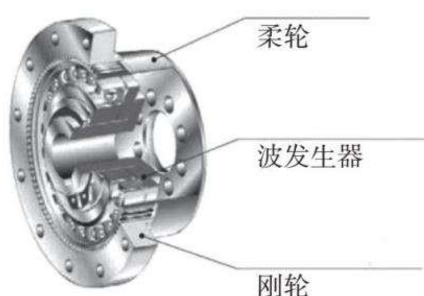


图4–17 谐波减速机结构

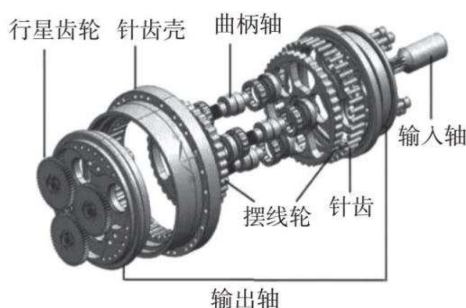


图4–18 RV减速机结构

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

（一）RV减速机综合毛利润超40%，市场需求极大

通常，RV减速机的精度要求≤0.005毫米，相当于一根头发丝的1/7，生产技术难度大，对生产装备的要求非常高，而关键生产装备要从欧洲、美国、日本等引进，这是制约我国减速机发展的关键。另外，一台工业机器人需要的减速机个数为4~6个，假定2020年我国工业机器人销量达到65万台，则减速机市场需求量至少达到260万个，市场空间广阔。从综合毛利润角度看，减速机产品综合毛利率普遍超过40%，而制造业领域平均综合毛利润普遍低于10%，两者对比可以发现，减速机综合毛利润水平较高。另外，2016—2017年，国内为数不多的几家企业产能利用率接近或达到100%，暴露出在订单暴增情况下的产能不足和市场需求旺盛的矛盾。最后，从产能利用率可以看出，国内相关企业在2018年有融资扩产的需求。

2017年以来，得益于工业机器人销量爆发式增长导致的减速机市场的全球缺货情况，国产减速机企业迎来难得的发展机遇：南通振康2017年出货量达到1.5万台，较2016年增长约120%；苏州绿的减速机（注：主要是谐波减速机）出货量同比增长近98%；双环传动、秦川机床、中大力德等RV减速机企业均已经实现大批量供货。

（二）虽有国产替代品，但国产化难度依然很大

目前，虽然国内市场已经出现了很多国产化的RV减速机产品，但普遍陷入技术与价格争夺的恶性循环。

一方面，作为精密机械工业的巅峰之作，减速机的技术门槛非常高，在国际上也仅有极少数国家能生产，RV减速机内部完全是由高精度的元件组成，齿轮相互啮合，对材料科学、精密加工装备、加工精度、装配技术、高精度检测技术提出了极高的要求。国内企业研发多是通过反向工程获得数据，存在知其然而不知其所以然的隐患，并且可靠性测试时，长期可靠性低于国外企业。

因此，尽管国内有部分企业在技术水平上取得了重大突破，但国产减速机在精度的保持性、精度寿命和产品寿命上都存在研发难点，导致国产减速机的一致性较差，产品之间可复制性低。

另一方面，加工制造减速机零部件的设备都非常昂贵，比如美盖勒平面磨床，单价值折合人民币就接近千万元，由于没有足够产量的支撑，设备摊销成本较高。

因此，在进口设备成本过高、国内市场销量有限的双重困境下，我国RV减速机产业容易形成恶性循环：成本比国外竞争对手高，性能却比对手差，销量走低并且海外市场几乎为0，短时间内难以盈利，因此没有足够的资源进行技术研发。

（三）国内RV减速机龙头企业较少，国产替代仍需时日

工业机器人使用的大多数RV减速机来自日本，其次是韩国和斯洛伐克。全球工业机器人龙头企业中，ABB、发那科和库卡等企业使用的精密减速机约75%为日本公司制造。在工业用机器人关节上的精密减速机上，纳博特斯克的产品更多应用在中/重负荷机器人上，其RV减速机市场占有率高达90%，几乎垄断全球市场。

2018年中国市场RV减速机出货量排名如表4－7所示。

表4–7 2018年中国市场RV减速机出货量排名

排名	企业	所属国家
1	纳博特斯克	日本
2	住友	日本
3	南通振康	中国南通
4	Spinea	斯洛伐克
5	秦川机床	中国宝鸡
6	力克精密	中国上海
7	罗尔西（Rossi）	意大利
8	双环传动	中国浙江
9	中大力德	中国浙江
10	赛劲	韩国

资料来源：中商产业研究院，工行投行研究中心。

RV减速机的技术难点在于该部件需要保证传递很大的扭矩，承受很大的过载冲击，并保证预期的使用寿命。对比国外RV减速机领域，我国优质企业不足10家，比如上表提到的几家企业以及武汉精华、巨轮智能等。从下游用户企业应用来看，上述国内厂商小部分型号产品性能指标已接近国外产品，达到国产替代的基本条件，工业机器人国产供应链已经基本形成，但是尚不能进行完全替代，可靠性、维修率等方面仍需要时间的积累和检测。

南通振康：我国机器人本体生产企业埃夫特已经批量采用南通振康RV减速机产品，至今仍是南通振康唯一一家战略合作伙伴。2018年，南通振康RV减速机产量预计将提升到3万台。

宝鸡秦川机床：2018年5月4日，秦川机床发布公告称，已经收到科技部高科技研究发展中心《关于国家重点研发计划智能机器人重点

专项2017年度立项通知》，秦川机床作为牵头单位申报的《RV减速机数字化及高效精密制造》项目获批，项目执行年限为2017年12月—2020年11月，项目总经费3332万元，其中，中央财政经费1332万元。

宁波中大力德：中大力德是国内为数不多的RV减速机制造商之一。该公司2018年前三季度实现营业收入4.41亿元，较上年同期上涨21.86%。近年来，中大力德市场表现优异，2017年该公司IPO募集资金近2亿元，其中75.67%用于“年产20万台精密减速机生产线项目”，预计将在2019年建成，项目达产后将新增产能20万台/年，将突破精密减速机产能瓶颈。另外，2018年，中大力德与广东伯朗特智能装备签订不低于3万台RV减速机购销合同，合同有效期为2018年5月2日至2019年12月31日，这将对中大力德2018年、2019年业绩以及市场占有率产生积极影响，同时也是市场对中大力德的积极回报。

虽然国内企业在RV减速机领域有所突破，在一定程度上实现了规模化量产，但在高负载可靠性上仍低于国外头部企业，因此依然受制于进口，国产化量产及替代的意义重大。目前，工业机器人核心零部件RV减速机仍被国外企业垄断，减速机成本在整个工业机器人成本占比较高（30%~40%），导致机器人整机和部件价格居高不下，并且受到国外RV减速机产能限制，2016—2018年个别月份出现供不应求的局面，严重制约了国内工业机器人的发展和下游用户的订单排产。我们认为，依靠国内头部企业持续发力以及相关产业政策、金融支持措施大幅向民营企业倾斜，预计2019年后国内企业在该领域将继续实现突破，头部企业产量及盈利水平将同步提升。

三、谐波减速机：国内外差距日益缩小，已经实现批量国产

（一）谐波减速机批量国产倒逼进口产品降价

谐波减速机并非复杂的零部件，与承载强度较高的RV减速机不同的是，谐波减速机结构相对简单，国产谐波减速机跟国外相比差距不大。谐波减速机由“柔轮、波发生器、刚轮、轴承（柔性轴承、交叉轴承）”四个基本部件构成（另有观点认为仅由柔轮、波发生器、刚轮构成，两种说法均正确）。

其中柔轮的成型工艺是整个谐波减速机制造中技术难点最大的，也是很多企业的技术机密。另外，对柔轮和刚轮的材料、材质和热处理也是关键，而波发生器影响到减速机齿形的定型，也是谐波减速机的差异化所在。柔性轴承影响的是减速机的寿命，柔性轴承的寿命长短决定了减速机的寿命长短。而交叉轴承决定着减速机的承载能力，并且柔性轴承和交叉轴承存在差异化的标准。

2016年以前，占据全球减速机垄断地位的日本哈默纳科公司出售给机器人“四大家族”（ABB、库卡、发那科和安川）的价格约为2 000元，而卖给中国厂商的价格却高达6 000元以上，后者是前者的3倍，并且交货周期长达4~8个月，这种情况严重制约我国工业机器人本体及零部件企业的发展。在这个背景下，我国企业开始奋起直追。2016年至今，绿的谐波主力产品谐波减速机在国内市场的占有率超过50%。自苏州绿的谐波崛起之后，哈默纳科在华市场占有率呈下降趋势，在价格方面，我国谐波减速机价格整体下降30%~40%。值得关注的是，绿的甚至开始占有哈默纳科的海外市场，越来越多的国外客户开始批量采购或测试绿的谐波相关产品，2018年产品外销比例超过15%，2019年将会继续提高。另外值得注意的是，2018年绿的谐波综合产能约20万台。2019年初，具备60万台/年产能的50亩新厂房将逐步投入使用，加上现有20万台/年的产能，预计2019年绿的谐波综合产能将超过80万台/年，营收也将有质的飞跃。

（二）谐波减速机龙头企业仍集中在国外企业

与RV减速机类似，谐波减速机已经成为制约机器人产业发展的关键因素，目前全球机器人产业的成本构成中谐波减速机占到30%~40%。早些年，谐波减速机的核心技术，几乎被日本企业垄断，2016年以后，我国绿的谐波等企业开始逐渐掌握核心技术并批量生产。但是从全球市场看，纳博特斯克谐波减速机的全球市场占有率仍达60%，哈默纳科的谐波减速机约占15%，其他企业瓜分剩余的25%市场。国外谐波减速机龙头企业如表4–8所示。

表4–8 国外谐波减速机龙头企业

企业名称	国家	主要产品	在中国的业务
哈默纳科	日本	谐波减速机	哈默纳科（上海）商贸有限公司成立于2011年1月，是日本哈默纳科在中国投资设立的全资销售子公司
纳博特斯克	日本	RV/谐波减速机	2015年2月，日本纳博特斯克株式会社与上海机电的全资子公司上海电气液压气动有限公司合资设立纳博特斯克（中国）精密机器有限公司（纳博精机），股比为67 ：33，从事机器人精密减速机的生产
住友	日本	RV/谐波减速机	1995年10月，由住友重机械工业株式会社和住友商事株式会社共同出资在中国天津成立住友重机械减速机（中国）有限公司，并在2001年成立上海分公司作为其产品在中国的销售总部，同时在上海的松江设有维修中心
赛劲	韩国	行星减速机	—
Spinea公司	斯洛伐克	RV/谐波减速机	—
邦飞利	意大利	齿轮减速电机、行星齿轮减速机、电动机和变频器	2003年12月，邦飞利在上海成立独资企业邦飞利传动设备（上海）有限公司，作为在华生产、销售总部
罗尔西	意大利	减速机	罗尔西传动设备（上海）有限公司于2006年在上海闵行区成立，为罗尔西在华独资企业，主要负责中国及亚太地区的业务
Dynabox	法国	蜗轮减速机	—
SEW	德国	减速机和变频控制设备	在中国共拥有3家制造厂、7家装配及技术服务中心、50余个办事处

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

1.哈默纳科

哈默纳科成立于1970年，是全球最大的谐波减速机生产商，和纳博特斯克一并被称为机器人精密减速机领域的两大巨头。2011年1月，哈默纳科在华投资成立了全资销售子公司哈默纳科（上海）商贸有限公司，主要负责其产品在中国内地及香港地区的销售、选型等技术支持以及售后服务。哈默纳科是整体运动控制的领军企业，其生产的Harmonic Drive组合型谐波减速机，具有轻量小型、无齿轮间隙、高转矩容量等特点，被广泛应用于工业机器人、仿人机器人、半导体液晶生产装置、光伏设备、光学仪器和精密机床等各种尖端领域。

2. 纳博特斯克

纳博特斯克成立于2003年9月，由帝人精机（Teijin Seiki，1944年成立）和纳博克（Nabco）两家日本公司合并组成。作为运动控制系统和零部件的生产商，这两家公司都在其特定的业务领域掌握了高端核心技术，控制了很高的市场份额，所以纳博特斯克一成立，就在日本乃至全世界位居同行业的首位，世界上大多数机器人制造商均从纳博特斯克的专利RV减速机中获益。

2003年以来纳博特斯克公司业已发展为RV减速机行业的领头羊，占据了全球60%以上的市场，特别在中/重负荷机器人上，其RV减速机市场占有率高达90%。此前，纳博特斯克宣布将向位于日本津市的主力工厂和中国江苏省常州市的工厂合计投入70亿日元，增产减速机，把产能提高20%，扩大至年产80万台。其中，常州工厂于2015年10月投产，根据计划进度目前已经有6~7万台的产能规模，今后根据市场的需求能达到20万台出货量。截至2017年6月7日，纳博特斯克精密RV减速机已累计生产700万台，到2020年公司累计生产量目标为1 000万台。

纳博特斯克资料显示，其精密减速机如今由日本的津工厂（三重县津市）和中国常州市的纳博特斯克（中国）精密机器有限公司共同生产，并逐渐加大投资，使年生产量达到84万台。今后纳博特斯克将

以津工厂为对象进行投资，计划于2019年产能达到106万台，2020年达到120万台（投资额约190亿日元）。

3．住友重工

20世纪60年代，住友重机械工业株式会社便在日本开始了电动机和减速机的制造生产。住友重工减速机包含各种型号减速机，如住友大型斜齿轮减速箱、住友行星齿轮减速机、住友斜齿轮减速机和住友蜗轮蜗杆减速机等。其产品特点是减速比大、效率高：一级传动减速比为9~87，双级传动减速比为121~5 133，多级混合可达数万，且针齿啮合系套式滚动摩擦，啮合表面无相对滑动，故一级减速效率达94%。

住友重工投放在中国市场的减速机主要是中空型的C系列和类似RV的T系列，主攻方向是系统集成领域以及4轴、5轴的码垛机器人领域，典型客户如上海沃迪、合肥雄鹰等。

1995年10月，住友在天津投资建厂并成立了住友重机械减速机（中国）有限公司；2001年正式建立上海分公司，成为中国大陆地区的销售中心，同时建立松江装配中心及售后服务中心，并在随后几年建立了33个办事处；2008年在河北唐山投资建造了中国最大的生产基地；2015年在上海松江工厂生产工业机器人用精密减速机。

2017年4月，住友重工宣布斥资3 300万美元收购美国马萨诸塞州的3D打印开发商Persimmon Technologies。收购完成后，住友重工将得到后者的真空机器人和下一代“混合场”电机技术，这将帮助住友重工实现在工业机器人齿轮减速机和塑料挤出机等方面的业务拓展。

4. Spinea公司

斯洛伐克的Spinea公司成立于1994年，致力于高精密轴承减速机的研发、生产和销售，在全球轴承减速机生产商中排名第4位。Spinea是全球同类产品中唯一的欧洲生产商。Spinea减速机有T系列（包括60~140的TB小型系列，170~300的大型系列）、E系列、H系列以及B系列。

5.韩国赛劲

韩国赛劲生产的高精密行星减速机精度高、出力大、噪声低、寿命长，适用于各类精度要求极高的机械设备中。

2006年，新加坡ISDN集团与韩国赛劲公司共同投资兴建苏州赛劲精密设备有限公司，主要研发、生产、销售高精密摆线齿轮箱、行星齿轮箱、直角集成齿轮箱和滚轮齿条直线运动系列产品等。其产品普遍应用于精密机床、工业机械手、机器人、风力发电、雷达以及军工等行业和领域。

（三）我国谐波减速机龙头企业：绿的、来福谐波遥遥领先

如前文所说，谐波减速机主要由日本哈默纳科等海外厂商把控，产品在国内售价高达5 000~8 000元，且交货周期长达4~8个月，甚至在供货紧张时需要10个月以上，我国工业机器人企业却因为订单需求不得不支出高额成本购买。因此，在这个背景下，国产替代的需求也日益高涨。从国内来看，苏州绿的、来福谐波等企业近几年表现突出，国产替代趋势明显增强。

国内谐波减速机的产业发展中，以绿的发展最快，已经在部分国产机器人甚至外资机器人厂家供货试用。2016年绿的谐波销售精密谐波减速机超过6万台，相较于2015年，增长将近一倍，在国内机器人谐波减速机市场的渗透率超过80%，市场占有率超过50%。2018年产量或将达到50万台，在国内谐波减速机市场占有率将超过60%。

2003年，绿的谐波已开始从事机器人用精密谐波减速机研发，2012年开始小批量生产，2016年底，绿的谐波在3家全球顶级机器人生产商的检测中完成了2万小时的精度寿命测试，而国际机器人精度寿命的要求为6 000小时。目前，绿的谐波已经研发出17个系列，近千种谐波减速机产品。

来福谐波是国内从事谐波减速机研发和生产的厂商之一，2016年以前该公司的谐波减速机与哈默纳科等产品的差距主要体现在噪声大、抗冲击能力差等。经过两年发展，来福谐波的产品质量快速提升，在多个方面都取得关键性技术突破，于2017年陆续被国内大型机器人企业如欢颜、伯朗特等认可，并和数家机器人公司达成战略合作协议。目前产品质量在国产谐波减速机中位居前列，产品均价远低于哈默纳科、新宝等谐波减速机同行，并已在国内自动化行业内广泛应用，预计2018年来福谐波产能将超过5万台，甚至有望突破8万台。

2018年中国市场谐波减速机出货量排名，如表4–9所示。

表4–9 2018年中国市场谐波减速机出货量排名

排名	企业	所属国家
1	绿的	中国苏州
2	哈默纳科	日本
3	新宝	日本
4	来福	中国浙江
5	大族精密	中国深圳
6	北京谐波传动	中国北京
7	宏远皓轩	中国北京
8	中技克美	中国北京
9	钧兴	中国珠海
10	裕智精密	中国北京
11	赛劲	韩国

资料来源：中商产业研究院，工行投行研究中心。

第三节
服务机器人：点燃人工智能的投资机会

一、我国服务机器人：广阔的市场空间带来行业新动能

服务机器人的定位就是服务，从机器人的功能特点上来讲，它与工业机器人的一个本质区别在于，工业机器人的工作环境都是已知的，而服务机器人所面临的工作环境绝大多数都是未知的。服务机器人的应用范围很广，主要从事维护保养、修理、运输、清洗、保安、救援、监护等工作。服务机器人又可以分为个人/家用机器人和专业服务机器人。个人/家用机器人主要包括：家庭作业机器人、娱乐休闲机器人、残障辅助机器人、住宅安全和监视机器人等；专业服务机器人主要包括：场地机器人、专业清洁机器人、医用机器人、物流用途机器人、检查和维护保养机器人、建筑机器人、水下机器人以及国防、营救和安全应用机器人等。

市场规模上，根据IFR的报告预测，个人/家用服务机器人在2016—2019年合计销售量会增加到4 200万台左右，市场规模224亿美元，其中家用服务机器人销量可达3 100万台，市场规模达132亿美元。政策上，发达国家已将发展服务机器人上升至国家战略，中国也对服务机器人企业提供大量支持。技术上，核心器件——传感器朝微型化和集成化快速发展，人工智能的核心技术基础理论逐渐成熟，转向产业应用。资本上，全球资本市场对服务机器人领域投融资金额不断上升，谷歌、亚马逊等巨头纷纷进入服务机器人领域。

目前，中国服务机器人行业还处于初级发展阶段，其中，大部分产品还处于研发试验阶段，而投入使用并且实现产业化的服务机器人产品还很少。2015年，中国服务机器人的市场规模为29.6亿美元，2017年已达到48.5亿美元（见图4－19）。

但是，我国服务机器人市场还存在一些问题。服务机器人目前被验证的细分领域只有无人机与扫地机器人，虽然目前无人机与扫地机器人的出货量已达百万量级，其需求已被市场验证，但除此之外，教育机器人、陪伴机器人等出货量较小，整个市场的需求还在探索中。

另外，整个产业处于起步阶段，“产品定义”对市场空间的影响较大。随着产品定义的变化，若产品满足市场需求的能力不断上升，市场规模会相应增长，也就是说，产品（特别是领先企业的产品）的完备程度是拉动市场增长的决定因素，这一逻辑在无人机与扫地机器人的发展中都得到验证。

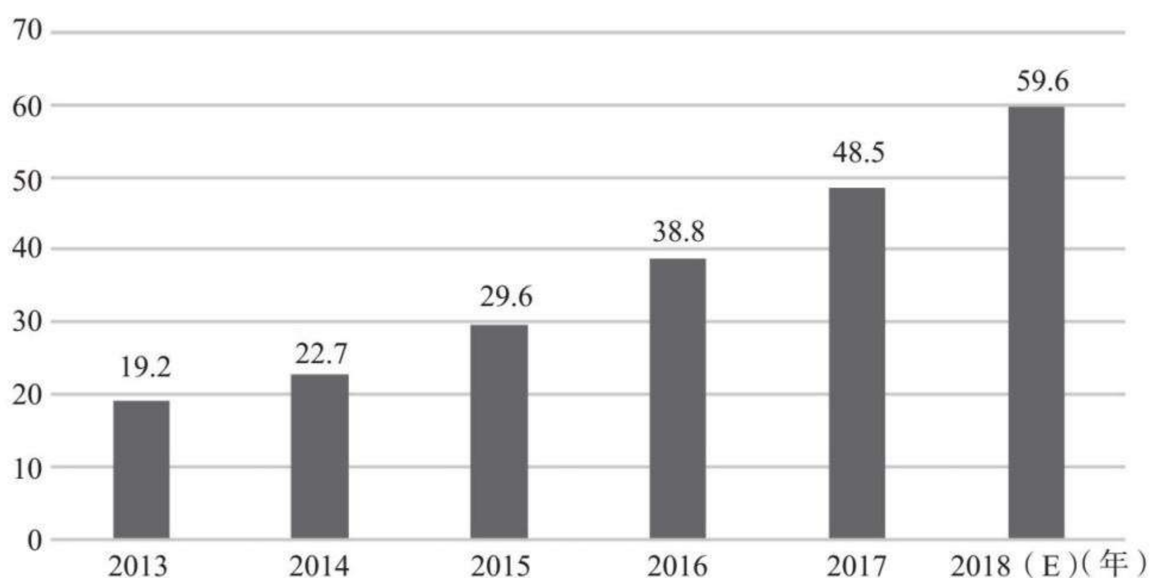


图4–19 2013—2018年中国服务机器人销售额（单位：亿美元）

资料来源：中商产业研究院，工行投行研究中心。

二、服务机器人国内政策分析

国家发改委2017年11月发布《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018—2020年）》，明确提出支持智能机器人产业发展，明确产业化的任务：

“提升关键共性技术集成创新能力。整合行业协会、产业链骨干企业、相关科研院所的优势资源，组建上下游紧密协作、利益共享的集成创新平台，重点开发基础性、关联性、开放性的机器人操作系统等关键共性技术。

“加快智能服务机器人推广应用。聚焦市场潜力大、产业基础好、外溢效应明显的智能服务机器人领域，推动医疗康复机器人、特种服务机器人关键技术研发和产业化示范，加快公共服务机器人、个人服务机器人推广应用。”

该计划在“优化完善激励政策”部分明确：“充分利用现有渠道，加大资金投入力度，支持重点领域核心技术攻关和关键共性技术平台建设。创新资金使用方式，积极运用先进制造产业投资基金、京津冀产业协同发展投资基金等产业投资基金，扶植创新发展的骨干企业和产业联盟，推进重点领域关键技术产业化项目。”中国工商银行是上述两只国家级产业基金的出资人、坚定的支持者。2016年9月，国投创新与工商银行签署了《全面战略合作协议》，正式建立长期全面的战略合作伙伴关系。双方的合作覆盖了基金投资、托管结算、投资项目推荐、项目融资安排、投贷联动等多项业务，并在不断拓展。

三、重点细分领域分析

无人机与扫地机器人的市场证明了解决用户某一特定需求的服务机器人是有市场的。整体服务机器人解决的用户需求还在探索中，但一旦需求被验证，机会就属于在技术上有储备且产品化能力强的企业。本部分主要论述无人机、扫地机器人的市场规模以及领先企业的

发展历程。领先的无人机、扫地机器人企业市场占有率很高，其产品定义对市场空间的影响很大。

（一）消费级无人机2012年兴起，大疆创新定义了行业

消费级无人机针对大众市场，满足用户拍摄、竞速飞行等娱乐功能，国内外市场（特别是海外市场）对消费级无人机需求旺盛。

在2012年之前，因为消费级无人机造价高且要求DIY（自己动手做）能力强，因此主要活跃在航模爱好者的圈子。2012年底大疆创新科技有限公司（以下简称“大疆”）推出第一代一体化无人机，无人机开始进入大众市场。随着2013年大疆推出第一款携带相机的无人机，无人机进入航拍领域。大疆是消费级无人机领域绝对的领先者，市占率超70%，其产品领先行业一至两个代系，在无人机的关键技术如飞控、图传、视觉系统、云台等技术都处于领先地位。大疆2015年实现收入80亿元，利润20亿~30亿元，目前估值80亿~100亿美元。从研发团队上看，大疆创始人汪滔毕业于香港科技大学电子计算机工程学系，其导师李泽湘是系统控制领域学术带头人，大疆研发人员占总员工数的25%以上，拥有强大的研发实力。

大疆的产品定义对市场空间的影响巨大，它凭借精灵1让无人机进入大众市场，凭借精灵2让无人机进入航拍领域，凭借精灵4的自主避障与视觉跟随功能让无人机的操作难度下降、可玩性上升，受众范围再次扩大。大疆每次关于产品定义的升级都推动了无人机市场空间的增加。

（二）扫地机器人引领服务机器人行业发展

扫地机器人是一款典型的家用服务机器人，专注解决家居清洁问题，是目前另一种出货量可达百万量级的个人/家用服务机器人。2015

年全球扫地机器人市场规模达24.2亿美元，预计2022年可超过50亿美元（见图4－20）。解决单一清洁需求的扫地机器人获得了巨大的市场，说明服务机器人行业分工日益细化。由于服务机器人行业技术精密化、高端化，行业专注和分工有助于突破技术领域的研发瓶颈。其中，领先的企业包括iRobot和科沃斯等。

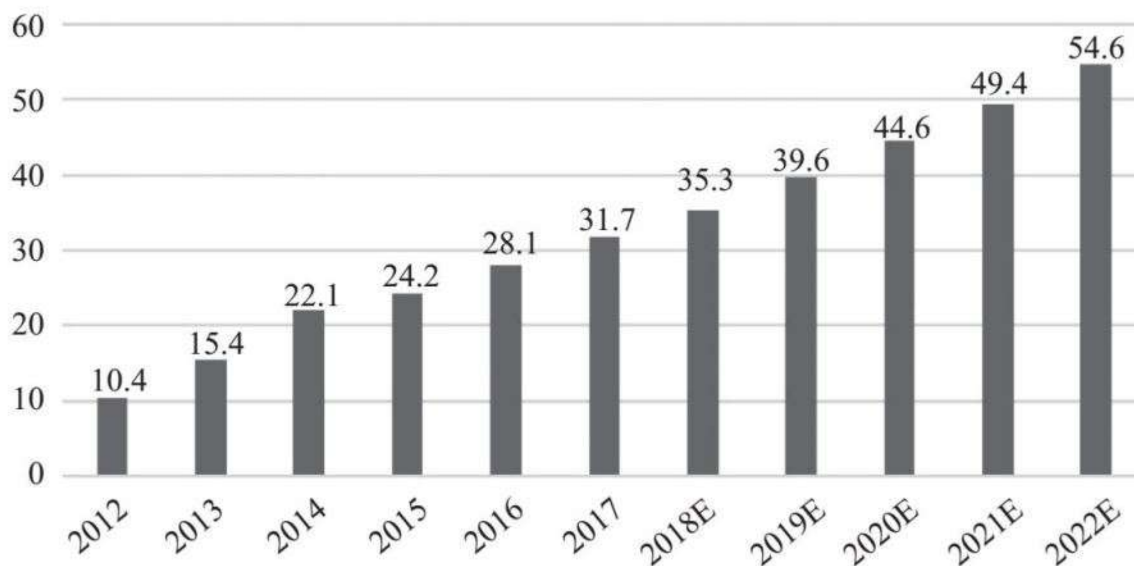


图4–20 全球扫地机器人市场规模（单位：亿美元）

资料来源：前瞻网，工行投行研究中心。

iRobot在1990年由两位麻省理工学院教授创立，主要发明各型军用、警用、救难与侦测机器人。根据iRobot 2018年第二季度财报，iRobot营收为2.26亿美元，较去年同期增长24%；净利润为1050万美元，较去年同期增长33%。第二季度扫地机器人发售总量为81.9万台，高于上年同期的63.9万台；销售额为2.04亿美元，高于上年同期的1.65亿美元。擦地机器人发售总量为13.4万台，高于上年同期的11.0万台；销售额为2 200万美元，高于上年同期的1 800万美元。另外，该季度机器人的平均销售价格为285美元，高于去年同期的275美元。iRobot预计，其2018年营收将达到10.60亿~10.80亿美元，高于此前预计的10.50亿~10.80亿美元；运营利润达到9 000万~9 600万美元，高

于此前预计的8 600万~9 600万美元；每股收益达到2.30~2.50美元，高于此前预计的2.15~2.40美元。目前，iRobot的市值约为19.8亿美元。

科沃斯团队从事吸尘器代工出身，2002年开始从事扫地机器人研发，2011年国内扫地机器人市场爆发，2015年科沃斯年收入20亿~30亿元，在国内市场占有率达55%~60%。2018年5月28日，科沃斯机器人在上海证券交易所主板成功上市交易，A股股本为40 010万股。根据招股说明书，科沃斯2015年、2016年、2017年、2018年第一季度的营业收入分别是26.94亿元、32.77亿元、45.51亿元、12.10亿元，从报表看，利润水平较好，也验证了扫地机器人未来的发展趋势。

值得注意的是，根据对科沃斯的访谈了解到，超过一半的扫地机器人被购买后处于闲置状态（科沃斯的产品均价为2 000元）。尽管如此，扫地机器人市场未因功能缺陷而放缓增幅，反而自2011年开始，市场规模每年翻番。扫地机器人的成功，证明解决用户一个痛点的服务机器人是可以被市场接受的。

四、服务机器人产业的独角兽企业投资机会

（一）主要技术路径演进趋势分析

人工智能技术的不断进步极大地促进了机器人行业的飞速发展。人工智能的本质是对人的意识、思维的信息过程的模拟。近三十年来，随着核心算法的不断改进，人工智能获得迅速发展，基于人工智能技术的各种产品如雨后春笋般出现。

人工智能产业大致可分为基础层、技术层和应用层三个层次。其中，基础层是底层，硬件基础是芯片和传感器，软件基础是计算平台（云计算）和大数据；技术层是以机器学习、视觉识别、自然语言处

理等为代表的感知智能和认知智能等各类智能算法；应用层是人工智能在各个行业的软硬件应用。

位于人工智能产业应用层的机器人则是人工智能得以应用于多样化领域的重要载体。作为一种重要的智能硬件，随着计算机视觉、机器学习、智能语音等多种智能算法技术的进步，机器人行业也将实现飞速发展。短期来看，人工智能技术助力于制造业中自动化与柔性化生产的推行，从而促进工业机器人在高端制造业领域的广泛应用；长期来看，未来人工智能最大的应用市场将出现在服务机器人领域，面对远比当前工业生产复杂的环境，服务机器人对人工智能技术的要求更高更全面，市场空间更大。

目前，我国人工智能领域的迅速发展，将大力推动服务机器人行业发展。中商产业研究院大数据显示，中国的人工智能市场规模预测将在2020年达到91亿美元的规模，这意味着在未来几年内，每年的增长速度都达到50%。

（二）物联网及相关技术将加速服务机器人行业的发展

从自身使用功能的角度，传统意义上服务机器人所发挥的作用主要体现于两个方面：一是人工替代，将人类从烦琐而重复的简单劳动中解放出来；二是功能延伸，即实现人类本身不可能完成的功能，类似于新工具的产生。除了通过人工替代和功能延伸等方式创造直接经济价值之外，服务机器人正逐步成为物联网（IoT）的重要组成部分和信息承载主体。近年来，随着成本和使用费用的显著下降，高速互联网、传感器和半导体芯片的普及率大幅提高，推动了联网设备的高速发展，联网设备规模不断扩大。根据预测，至2020年，中国联网设备规模将超过1.8万亿元。

随着物联网的兴起，物联网生态系统、云计算、大数据正在成为服务机器人行业发展的核心驱动因素。物联网运行过程中所产生的海量数据构成了云计算的基础，而云计算的不断发展，将使服务机器人所使用的软件系统由目前的嵌入式计算系统逐渐演变成为信息物理系统（CPS）。信息物理系统是集计算、通信与控制于一体的下一代智能系统，注重计算资源与物理资源的紧密结合与协调，将实现数据世界与物理世界的交互，在物联网和服务机器人的发展过程中有着深远的影响。具体而言，通过物联网技术的运用，信息物理系统将把与当前嵌入式系统相对应的机器人机载计算功能移动到云端，一方面使得服务机器人通过开放性的互联网与包括家电在内的其他硬件设备之间、机器人与机器人之间实现通信与互联，另一方面可以使机器人通过过去的经验数据进行学习，并具备更强的环境适应能力。

受益于人工智能与物联网等领域的发展，长期来看，服务机器人有望成为继电脑、智能手机之后的新一代智能终端，与当前的智能手机相比，服务机器人将具备通过云端与其他物联网设备互通和互相操作的能力，从而成为真正具有自动或者自主功能的平台。

目前，在人工智能、仿生与运控结合技术、人机交互等核心技术持续突破的推动下，服务机器人的应用场景和服务模式正不断拓展，带动市场规模提升。

我国已掌握了部分服务机器人的核心关键技术，初步具备服务机器人规模化、产业化发展基础，在物流配送机器人、医疗机器人、无人机、自平衡两轮车、自主吸尘器等细分产品上具备国际竞争力。当前正是我国大力发展服务机器人产业的最好时机。

目前，大量家用服务机器人和公共服务机器人仍停留在展示和宣传层面，其人工智能技术尚未与个性化的消费者需求全面契合，而是停留在“智能手机+壳”“收音机+车”的传统模式，现有产品未能以人为本并精准定位痛点，导致产品性能始终无法满足需求，影响了产品推广和市场规模持续提升。

五、纳恩博的投资实践与案例

（一）纳恩博近期战略、产品线

纳恩博创立之前，联合创始人王野在专用机器人领域创业，技术团队均有机器人行业背景。2005—2011年，王野创立并运营博创兴盛机器人公司，从事警用机器人、特种机器人的生产制造，年收入数千万元，并能盈利。由于业务发展受限，而且当时整个机器人行业基础不健全，纳恩博尚不具备直接发展2C（对消费者）机器人的机会。2011年王野开始与高禄峰从事平衡车业务，将原公司核心技术人员带入新成立的纳恩博。

2013年纳恩博推出第一款平衡车产品“风行者”，2014年推出Ninebot E，以1/3甚至1/5于行业标杆赛格威产品的价格优势，快速发展市场，销售超万台。当时业内有“南易步（乐行的前身），北风行（纳恩博产品）”的说法，其中纳恩博属于北航系，乐行属于华科系。2014年9月，赛格威提出“377法案”，起诉国内几大平衡车厂商，要求除赛格威外所有的平衡车产品在欧美下架销售。纳恩博开始与赛格威接触，并希望收购赛格威以解决公司发展的专利问题。

2014年11月，纳恩博准备收购赛格威，同步引入小米顺为、红杉、华山等投资者组建财团，并在2015年4月以7 000万美元的价格完成对赛格威公司及其全部专利的收购。事实证明，纳恩博的这一举措阻止了竞争对手在欧美国家（如美、德）销售双轮平衡车，是竞争对手转型生产其他短交通工具的重要原因。

纳恩博在2014年10月与小米接触，开始研制Mini 240，并于2015年10月推出，Mini 240进入大众市场。之后，Mini 240以1 999元的超高性价比快速风靡市场，累计销售47万台，是业内第一款进入大众市场的平衡车产品。Mini 240的畅销使得竞争对手的销量大幅下降，也

冲击到纳恩博自身的高价产品。自此纳恩博以绝对优势，奠定了自身的垄断地位，知名竞争对手开始转型。

纳恩博的战略规划（见图4－21）主要是，通过平衡车积累公司的服务机器人技术，并通过短交通产品提高自己的现金流，支持服务机器人业务的发展。同时，它也有清晰的战略发展思路，主要包括：第一步，通过性价比，将平衡车带进千家万户，在消费者层面上不断迭代加强自己的移动底盘技术；第二步，基于其平衡车底盘技术，在Intel Real Sense基础上研制SLAM（机器人同时定位与建图），再裁剪集成机器人操作系统（ROS），推出机器人通用开放平台。此开放平台以其小型平衡车为硬件基础，留有硬件拓展接口，支持开放者进行自定义的硬件拓展。在机器人的商业化上，先由开放者利用开放平台进行2B（对企业）级的机器人研发，既可以探讨市场需求，又可支持公司在机器人基础硬件能力上进行迭代。公司在合适时点推出C端服务机器人。目前其战略第一步已经阶段性完成，但依然需要保持新型短交通工具产品线的发展，为公司服务机器人业务提供持续的现金流支持，因此在未来五年内，短交通业务依然是其一个战略重点。

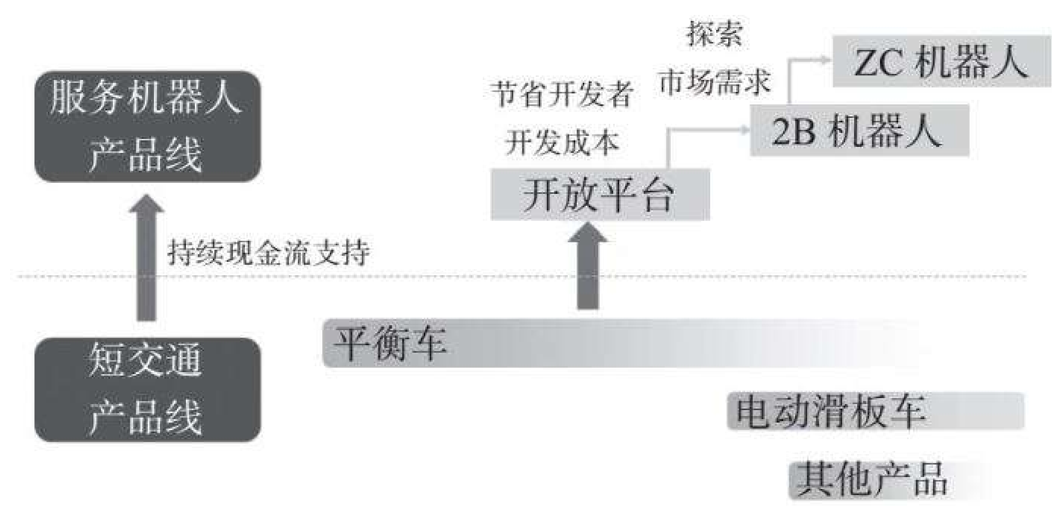


图4–21 纳恩博战略规划

资料来源：根据公开资料整理，工行投行研究中心。

2016年之前，纳恩博在新型短交通业务上主要集中在平衡车领域，也是这个领域的市场主导者，远远领先于其他竞争对手。纳恩博的平衡车业务又可以分为纳恩博平衡车、赛格威平衡车、独轮车，它们具有不同的产品特性与定位（见表4－10）。

表4–10 纳恩博短交通领域的已有产品以及2017—2018年的产品规划

产品类型		已有产品	2017 年发布	2018 年发布
平衡车	纳恩博平衡车	3 款	1 款	待定
	赛格威平衡车	2 款	1 款	1 款
	独轮车	2 款	2 款	待定
	扭扭车（注）	–	1 款	待定
电动滑板车		1 款	2 款	新发布 2 款
其他新产品		–	发布助力单车系列产品	待定

资料来源：根据公开资料整理，工行投行研究中心。

（二）纳恩博的发展路径

国内多数机器人创业公司的思路是从产品和市场出发，定义产品并逐步构建技术能力。纳恩博的发展路径有所不同（见图4－22）：平衡车使其机器人业务具备基础的移动能力；与英特尔等领导型企业的深入合作，使其有条件构建感知和运算能力；新型短途交通产品较高的收入和利润体量，也支撑机器人业务在推出终端产品之前，可以先构建一些平台型能力。因此其发展路径异于竞争对手，是一条基于能力的不断完善与构建平台和产品的路径。但是，要顺利地推进这条演进路径，需要具备很强的整合开发能力。

（1）建立机器人的感知和决策能力。感知环境、决策规划、运动执行是机器人和人工智能领域解决移动问题的重点和难点，尽管整体复杂度低于自动驾驶汽车等前沿应用，但服务机器人需要用小体积器件、较低成本实现完善的智能方案，其中的研发难度也非常大。目前的感知器件以单线激光雷达为主，英特尔提出了主动双目+下一代计算CPU（中央处理器）的Real Sense方案，并寻求在机器人领域的落地。机器人运动的决策规划基于定位导航功能，目前多数扫地机器人等服务机器人公司具备SLAM（即时定位与地图构建）功能，但技术完备度普遍待提高，尤其是基于深度学习的算法和软件能力欠缺。

（2）开发操作系统，具备开放的二次开发功能的平台能力。当前服务机器人的功能及可用性非常不足，这是制约整个行业快速发展的重要障碍，如果当前相对领先的机器人公司期望成为平台型公司，则必须把握操作系统入口，同时具备开放的二次开发功能平台，以吸引广大开发者开发新应用提升服务的丰富度。尽管ROS等开源系统已经非常完备，但其庞杂的体系、底层开发语言对普通开发者（尤其是大量的安卓、iOS开发者）而言门槛太高，因此企业若能基于自身平台特性，将ROS系统裁剪适配，同时使用Java等安卓开发语言，将运动控制、图像识别等通用功能以SDK的方式方便调用，则构建出来的操作系统将大大降低开发门槛，更多开发者的进入有助于构建开放生态。国内目前意图发展操作系统的公司较少。阿里YunOS有一定的技术领先性和成熟度，并且阿里有强大的云计算平台和物流平台做支撑，布局较为完备，但目前看其主要面向物流方向做深度开发布局，其仓储产品机器人曹操强调移动性和操作性以及大规模并发调度需求，与纳恩博的方向有所区别。

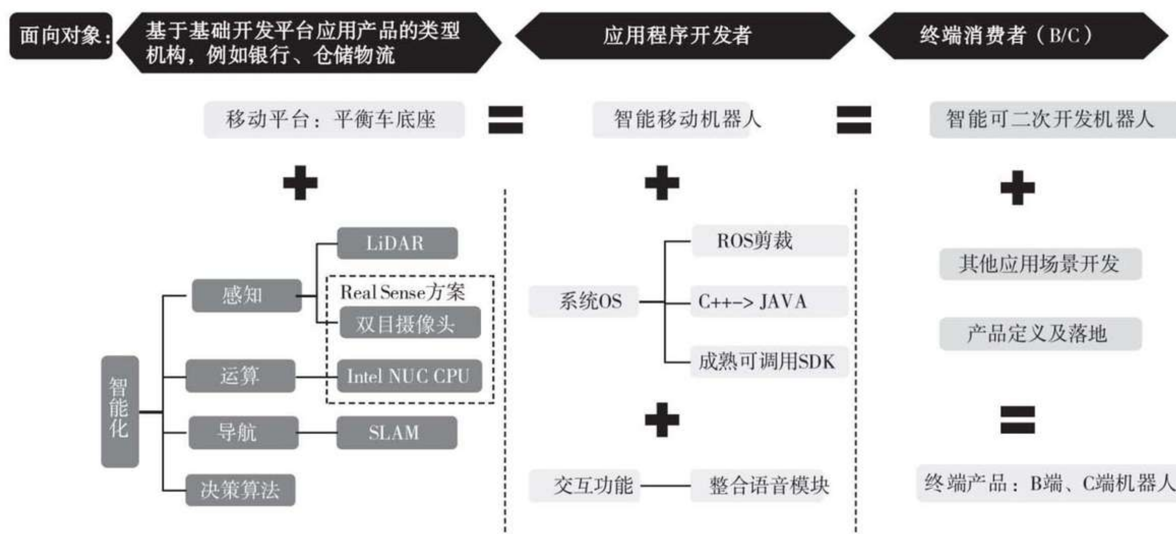


图4–22 纳恩博机器人能力构建及商业化路径

资料来源：国投创新。

（3）工程实现能力。服务机器人最终要有实用性，实用性的前提是移动交互和操纵功能的完备，在当前产业链不完备的情况下，需要公司具备很强的工程实现能力，从而在产业化早期实现预想的产品功能和品质。

（4）定义并研发生产有竞争力终端产品的能力。服务机器人目前主要面向的是对新鲜事物有敏感度的准专业消费者。已经有一定体量的行业包括教育市场、安防监控、仓储零售以及少量面向家庭的交互类产品市场。如何定义产品、完整地实现产品预设、以较低成本交付，是所有服务机器人公司面临的共同难题，也是真正有能力的公司建立竞争优势的必由之路。

随着智能技术的演进，机器人产业在关键环节会形成纵深技术，但更重要的是要有下游应用牵引和市场化提速，从而有效驱动整体产业的发展。目前看，纳恩博机器人的优势不在于技术的先进性，而在于：①整合型技术的实用性，轮式自平衡提供的低价、便捷且高成熟度的移动解决方案，基于此整合Real Sense（实感技术）感知计算、自主定位SLAM导航、开放平台，符合市场实际需求，而市场很多时候

能够反过来驱动和选择技术方向。从这个角度，纳恩博尽管技术原创性和先进性并不强，但实用、可推广的特性使其具备成为通用主流平台的潜力；②有良好的平衡车市场作为应用试错基础，有营收保障，可以持续驱动产业化进程；③有良好的投资资源和价值客户群体，在格局未定的情况下，纳恩博目前的股东战略资源以及海外优质价值客户资源，会对其未来发展提供良好支撑。服务机器人企业普遍面临①和②问题的制约，纳恩博占据充分的先发优势，是支撑其中长期发展的重要动力。

（三）纳恩博渠道解读

在渠道建设方面，有以下几个方面可以进行探索（见图4－23）。

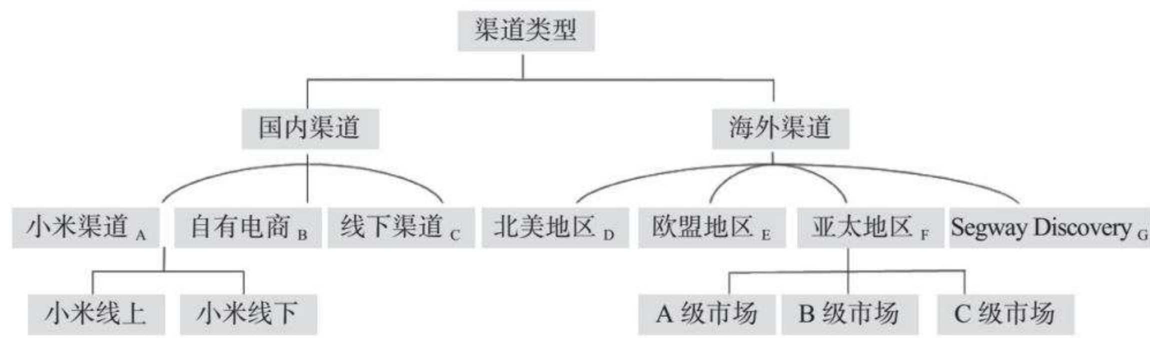


图4–23 纳恩博渠道建设

资料来源：国投创新，工行投行研究中心。

（1）国内渠道：加强自有渠道的建设，减轻对小米渠道的依赖

国内渠道——小米渠道，加深小米渠道的精细化管理。小米渠道目前是主力渠道，小米渠道占其国内市场渠道的88.5%。纳恩博向小米渠道供货之余，可以介入小米渠道内部的货物分配（小米天猫店、小米京东店、小米官网等），提高其销售效率。平衡车在小米之家与小米京东的销售由纳恩博管理，纳恩博有自主权利，比如在人流较大的小米之家进行平衡车营销，刺激用户体验的欲望。

国内渠道——线下渠道：公司的大型平衡车一直以线下经销商的销售为主。2016年，发力于小米渠道的Mini 240产品，对线下渠道重视度下降；自2016年下半年开始，公司重建线下经销商体系，2017年已经签约8家全国总经销，都是在电子消费品领域有实力的经销商。公司市场部也对应改组，为各大区经销商设立对接人：监督大区代理的月销计划以及下分重点经销商的出货量。公司未来会为线下渠道推出定制化产品，并为渠道预留充足的利润率，调动线下渠道的积极性。2017年线下渠道可以覆盖300家门店，线下渠道销售量占比达到10%。

国内渠道——非小米电商渠道：产品线丰富后，非小米电商渠道销售占比将上升。随着公司新品的增加，纳恩博有针对性地选择产品在自有渠道发布，有别于小米渠道的性价比策略，纳恩博在自有渠道上有充分的定价权，预计自有电商渠道收入占比达到10%。

（2）海外渠道：接管赛格威海外渠道并已磨合一年半，2017年发力国际市场

①欧美渠道：赛格威在全球100多个国家有分销渠道，2016年1—10月欧美市场销售收入占比为31.16%。纳恩博自赛格威接管海外渠道后，在销售策略与产品定位的问题上一直在磨合，经过一年半，公司内部已在品牌、产品定位等方面达成一致。

海外渠道除了赛格威的资源，纳恩博股东如红杉、英特尔等都是在欧美富有影响力的企业，可以为公司对接更多优质的渠道，比如英特尔帮助纳恩博将产品对接进百思买，并为纳恩博站台支持。

目前，纳恩博产品已经进入欧美市场的主流渠道，比如美国的亚马逊、百思买、山姆会员店、塔吉特等；欧盟的万得城、Saturn、Elkjop、Eknikmagasinet、FNAC、Boulanger等。2016年纳恩博产品受扭扭车安全风波影响，Mini Pro等产品销售未达预期，但风波已消除，欧美渠道的销售有望进一步上升。

②Segway Discovery：针对赛格威产品租赁服务，也是赛格威留给公司的重要渠道资源。赛格威的合作伙伴拥有1 000家以上的租赁店面，都位于全球最好的景区，以欧洲、美国为主，每年服务客户超过600万人，影响人群超过1亿人，纳恩博将现存租赁服务资源和用户通过App进行连接与互动，未来纳恩博的滑板车与助力单车等也可借此形成租赁网络。Segway Discovery业务的经济价值主要体现在两个方面：一是广告效应。平衡车属于传播效应较强的产品，景区租赁平衡车有助于平衡车产品口碑在景区受众里传播。二是租赁网络的发展有助于可租赁车辆的销售，即带动公司产品销量上升。

③亚太区渠道：根据目前资源分布将亚太区分为三级：A级市场为韩国、日本，B级市场为中国台湾、新加坡、印尼、印度，C级市场为澳大利亚、新西兰、泰国、越南、菲律宾。

第四节
传统工厂的智能升级：工业互联网投资机会分析

一、制造业步入工业互联新时代

（一）从工信部大数据优秀应用方案案例谈起

近年来，我国在互联网与先进制造业的融合方面进展不小。2017年10月，工信部印发《关于组织开展2017大数据优秀产品和应用解决方案征集的通知》，由工信部委托相关机构组织大数据领域有关权威专家，对征集到的大数据优秀产品和应用解决方案进行严格遴选，最终在全国1 192个案例中遴选出100个大数据优秀产品和应用解决方案案例，该名单于2018年5月2日结束公示期。入选名单分为大数据产品类和大数据应用解决方案类，总计囊括100家企业。

在大数据应用解决方案类的70家企业中，以工业互联网平台企业及垂直、交叉行业应用企业为主。其中，工业领域14家（见表4－11），交通物流14家（见表4－12），能源电力5家（见表4－13），政府服务13家，医疗健康7家，金融财税6家，资源环保、商贸服务各3家，科教文体、农林畜牧各2家，旅游服务1家。

大数据的分析和应用离不开工业互联网平台的传递延伸功能，这也说明我国工业互联网不仅在工业领域有非常多的企业应用案例，而且在各个行业出现了跨行业的交叉应用。

表4–11 工业领域大数据应用解决方案名单（14家）

序号	案例名称	所属企业
1	联想工业大数据解决方案	联想（北京）有限公司
2	区域级工业云创新服务平台应用集成解决方案	贵州航天云网科技有限公司
3	工程机械行业智能装备、智能服务及智能管理一体化解决方案	中联重科股份有限公司
4	基于大数据技术的高速动车组健康诊断及专家支持（PHM）系统	中车青岛四方机车车辆股份有限公司
5	基于大规模个性化定制的轮胎全生命周期大数据应用方案	双星集团有限责任公司
6	东方国信节能大数据平台	北京东方国信科技股份有限公司
7	数据驱动的服装大规模个性化定制系统解决方案	青岛酷特智能股份有限公司

序号	案例名称	所属企业
8	Xrea 工业互联网大数据平台	江苏徐工信息技术股份有限公司
9	飞机快速响应客户服务平台	金航数码科技有限责任公司
10	复杂装备智能运维解决方案	北京工业大数据创新中心有限公司
11	基于大数据技术的燃气轮机远程诊断及专家支持系统	中国船舶重工集团公司第七〇三研究所
12	酒钢系统监管和经营分析大数据应用解决方案	酒泉钢铁（集团）有限责任公司
13	基于工业大数据的智慧运营解决方案	中国软件与技术服务股份有限公司
14	晶澳太阳能智能综合管理运营平台	北京东方金信科技有限公司

资料来源：国家工业信息安全发展研究中心，工行投行研究中心。

基于工作原理和数据运维的相似性，工业互联网平台的应用模式不断创新和延伸。工业系统是最为复杂的应用行业，数据来源广泛、设备接口众多、网络协议不统一、网络速度以及安全方案要求较高等都对工业互联网提出了挑战，工业领域的健康发展和应用为工业互联网向其他非工业行业延伸奠定了基础。在工业互联网应用不断试验和纠错的基础上，目前工业互联网已经呈现出向交通物流、能源电力、政府服务、医疗健康、商贸服务等领域分化的趋势，垂直应用、交叉应用的场景更加多元化。如在交通领域，大唐电信的高速公路交通大数据应用解决方案已经在河北取得商用，阿里云计算有限公司的ET城市大脑已在多个城市商用。

表4–12 交通物流大数据应用解决方案名单（14家）

资料来源：国家工业信息安全发展研究中心，工行投行研究中心。

序号	案例名称	所属企业
1	摩拜单车	摩拜（上海）智能技术有限公司
2	ET 城市大脑	阿里云计算有限公司
3	交通大数据中心解决方案	北京同方软件股份有限公司
4	铁路桥隧检养修管理系统与大数据分析	中铁大桥科学研究院有限公司
5	基于 BIM（建筑信息模型）技术的交通基础设施资产养护管理解决方案	中交公路规划设计院有限公司
6	高速公路交通大数据应用解决方案	大唐软件技术股份有限公司
7	运满满全国干线物流智能调度系统	江苏满运软件科技有限公司
8	车联网大数据场景应用解决方案	广东翼卡车联网服务有限公司
9	“云图”交通大数据解决方案	中国电信股份有限公司广东分公司
10	先进的新一代智慧城市系统	青岛海信网络科技股份有限公司
11	货车帮车货匹配系统	贵阳货车帮科技有限公司
12	盾构 TBM（隧道掘进机）施工大数据应用平台	中铁隧道局集团有限公司
13	智慧公交信息综合管理系统解决方案	广州通达汽车电气股份有限公司
14	交通交警大数据服务解决方案	陕西北佳信息技术有限责任公司

资料来源：国家工业信息安全发展研究中心，工行投行研究中心。

表4–13 能源电力大数据应用解决方案名单（5家）

序号	案例名称	所属企业
1	电力大数据开放共享服务平台解决方案	全球能源互联网研究院有限公司
2	基于大数据云平台的智能矿山解决方案	神华和利时信息技术有限公司
3	全球可再生能源储量评估、前景分析与规划平台	中国电力建设股份有限公司
4	大数据关键技术研究及其在智能发电中的应用	湖南大唐先一科技有限公司
5	拾贝云智慧电厂一体化管控平台	广州健新科技股份有限公司

资料来源：国家工业信息安全发展研究中心，工行投行研究中心。

（二）大力发展工业App再次掀起工业互联网热潮

2018年5月，工业和信息化部印发《工业互联网App培育工程实施方案（2018—2020年）》（以下简称《实施方案》）的通知，提出未来三年工业App培育的总体要求、主要任务和保障措施，明确了工作推进时间进度。《实施方案》明确指出在未来三年将通过政策保障、资金支持培育出30万个工业App，构建工业App标准体系，创新应用企业工业技术软件化率达50%，并能初步发挥对工业互联网平台应用生态、促进工业提质增效和转型升级的支撑作用。同时，提出面向汽车、航空航天、石油化工、机械制造、轻工家电、信息电子等行业需求，发展推广价值高、带动作用强的行业通用工业App。

其实，早在2017年10月30日，国务院常务会议审议通过的《深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》就提出，到2020年，要支持建设一批跨行业、跨领域的国家级平台，以及构建一批企业级平台，培育30万个以上的工业App即工业应用程序，推动30万家企

业应用工业互联网平台。到2025年，形成3~5家具有国际竞争力的工业互联网平台，实现百万工业App培育以及百万企业上云。本次工业和信息化部印发的《实施方案》的通知则是《深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》的具体实施方案。

根据通用电气的预测，到2020年全球工业App市场规模超过2 250亿美元，这将形成一个巨大的工业互联网子领域。从发展路径来看，要想发展工业技术软件化，进而广泛推进工业互联网，首先就要搭建工业技术软件化平台，即工业App。在德国工业4.0、美国工业互联网的发展策略中，“平台”成为核心的战略焦点，好比是连接工具、系统、设备等“工业躯体”的“工业神经”，同时也是建立工业生态体系的关键所在，谁掌握了平台谁就掌握了工业未来发展的命脉。

目前，全球工业App技术还未成熟，垄断格局尚未出现，正是我国相关企业弯道超车的关键时期。简单来说，在制造业领域，需要类似像安卓系统、iOS系统等操作平台，将设备、技术、语言、知识和应用等集成起来。目前，国外工业App企业集中在通用电气、西门子、IBM等工业互联网龙头企业，这些企业都在开放自己的平台，其目的就是为了在短时间营造一个生态系统，将工业企业、设备、技术嵌入到各自的系统，同时提升用户黏性，获取关键的数据并基于数据提供运维、预测等服务。因此，平台是“工业的灵魂和命脉”，不仅是工业企业软件化的手段，更是控制工业生态的关键。目前，我国工业App企业不多，发展较好的有索为、宝信、航天云网、树根互联、海尔等，值得注意的是，我国工业App企业已经初步涵盖了汽车、钢铁、机械、船舶、航空、家电等众多行业，并且正在向纵深发展。

工业App的实质是工业技术软件化的操作平台，把复杂、分散的工业技术转变成易寻找、易流通、集中化的软件系统，也是工业技术、工艺经验、制造知识和方法的显性化、数字化和系统化的过程。这就像目前手机中的安卓系统、iOS系统，集成制造业领域中的所有技术、

语言、知识、应用、设备以及输入输出功能，是基于工业PaaS平台上面向特定行业、特定应用场景的云端数字化解决方案。

此次《实施方案》确定了面向国内制造业重点项目的安全可靠工业App、面向关键基础材料的基础共性App、面向汽车航空航天等领域的行业通用工业App、面向制造企业个性化需求的企业专用工业App四大重点方向，并提出未来三年将通过夯实工业技术软件化基础、推动工业App向平台汇聚、加快工业App应用创新、提升工业App发展质量层层推进工业App建设。

具体来看，《实施方案》主要围绕共性和通用行业的工业App，针对“工业四基”领域，即面向关键基础材料、核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、产业技术基础方面，提出发展普适性强、复用率高的基础共性工业App。

在细分垂直行业方面，提出面向汽车、航空航天、石油化工、机械制造、轻工家电、信息电子等行业需求，发展推广价值高、带动作用强的行业通用工业App；针对制造企业的个性化需求，发展高应用价值的企业专用工业App。

同时，《实施方案》对具体发展阶段做出细化部署：在2018年12月前，出台《工业App培育指南》，推动建设1~2家省级工业技术软件化制造业创新中心；2019年12月前，创新应用企业的关键业务环节工业技术软件化率达到30%，面向特定行业、特定场景的工业App规模达到10万个；2020年12月前，工业App创新应用企业的关键业务环节工业技术软件化率达到50%。培育30万个面向特定行业、特定场景的工业App，涌现出一批具有国际竞争力的工业App软件企业。

另外，随着制造业与互联网融合发展的纵深推进，制造业数字化、网络化、智能化转型步伐加快，App从消费领域向工业领域快速渗透。近年来，传统工业软件云化趋势明显，工业App正在向定制化、平台化、体系化方向发展。工业App的核心价值是其承载的工业知识和经

验，需要通过工业技术软件化、App软件平台化、应用创新化、发展高质量化四个维度共同发展。

一是夯实工业技术软件化基础。该任务的主要内容是瞄准产业发展制高点，突破工业App共性关键技术，促进工业知识和经验的积淀、开放和复用，提升工业企业软件化能力，鼓励发展开源社区，构建工业App培育新模式，促进工业App创新资源要素的聚集、共享和开放。

二是推动工业App向平台汇聚。工业App是工业互联网平台与制造业用户之间的桥梁，是体现平台价值的载体，工业App向平台汇聚将丰富工业互联网平台应用，实现建平台和用平台双向迭代、互促共进。该任务的主要内容是通过强化微服务资源池建设，提升工业互联网平台的能力；引导企业对接供需信息，创新商业模式，推动制造能力开放共享；完善工业App的知识产权、交易和服务规则等，提升工业App市场化流通水平。

三是加快工业App应用创新。工业App是工业知识和经验的载体，应用创新是工业App发展的源动力。该任务主要内容是通过开展工业App大赛和推广优秀案例，提高优秀工业App的展示度，并将工业App纳入大数据试点示范项目中，实现协同发展，提升工业App对大数据创新应用的保障作用。

四是提升工业App发展质量。工业App与具体工业场景密切相关，其质量是提振工业企业应用工业App信心的关键。该任务的主要内容是推动成立工业技术软件化标准化技术组织，加速重点标准研制，引导和规范工业App培育；建设工业App集成测试验证环境，构建质量保证和测试认证体系；发布发展指数和培育指南，提供方法论支持，指导企业落实工业App的信息安全责任，强化工业App安全保障。

（三）2018—2020年行动计划：跨行业发展和金融支持全面铺开

2018年6月7日，工信部印发《工业互联网发展行动计划（2018—2020年）》（以下简称《行动计划》）以及《工业互联网专项工作组2018年工作计划》，两个文件分时间、分节点、分步骤地提出我国工业互联网的总体行动计划，同时对金融支持工业互联网发展提出了具体意见。

《行动计划》指出，2020年前，遴选10家左右跨行业、跨领域工业互联网平台，培育一批独立经营的企业级工业互联网平台。建成工业互联网平台公共服务体系。推动30万家工业企业上云，培育30万个工业App。特别提到在汽车、航空航天、石油化工、机械制造、轻工家电、信息电子等重点行业部署工业互联网相关的新技术和关键设备，支持建设跨行业跨领域、特定行业、特定区域、特定场景的工业互联网平台试验测试环境。同时，开展工业互联网关键核心技术研发和产品研制，推进边缘计算、深度学习、增强现实、虚拟现实、区块链等新兴前沿技术在工业互联网的应用研究。2020年前，重点领域形成150个左右工业互联网集成创新应用试点示范项目，形成一批面向中小企业的典型应用，打造一批优秀系统集成商和应用服务商。在产业生态融通方面，支持龙头企业、技术服务机构开展开源社区、开发者平台和开放技术网络建设，支持制造企业、互联网企业、研究院所、高校等合作建设工业互联网创新中心，开展关键共性技术研究、标准研制、试验验证等；支持建设一批工业互联网产业示范基地。

以国外龙头企业及工业互联网行业标杆GE Predix为例，基于航空发动机而研发的Predix平台是跨行业、跨领域应用的典范。通用电气通过与Qantas Airways（澳大利亚航空公司）的合作，为飞机和飞行员配备基于GE Predix开发的移动应用Flight Pulse，可以让飞行员获取更细致的飞行数据，做出更精准的燃油使用决策，从2015年初步应用开始，澳航已经节约了大量航空用油。Ferromex是墨西哥最大的铁路运营商，利用通用电气交通的Smart Shopping套件降低列车的停留时间，可以实现7×24小时对100辆列车进行健康和性能的实时监控和分析，通过精细化的分析，在列车进入维修车间之前就可以实现运维

的预测，以此减少维修成本。通用电气基于大数据建立的发动机叶片损伤分析，可以为对发动机维修的安排提供准确率高达80%的参照，并推出通用电气航空大数据平台，着眼于飞行（风险）分析、燃油管理，以及发动机分析三大关键领域。

目前，我国多家工业互联网龙头企业均已经进行跨行业、跨领域应用，比如2017年海尔COSMOPlat工业互联网平台实现交易额3 113亿元，定制定单达到4 116万台，涉及家电、汽车、电子、服装、农业等11个行业的不同应用场景。三一重工旗下的树根互联不仅将工业互联网应用在工程机械领域，还拥有纺织机械、发电机组、农用机械、数控机床、3D打印等42个行业的解决方案。具体来看，树根互联跨行业、跨领域发展用示例如表4－14所示。

表4–14 树根互联跨行业、跨领域发展应用示例

序号	应用案例	主要内容
1	故障解决	通过数据反馈，能够提前检测出设备可能出现的故障并提前进行解决，减少故障的发生概率，提高生产效率
2	实时监测	通过对设备臂架的实时监测，准确了解该设备的实时应力情况、超载使用情况、以及针对该设备出现的问题提出研发改进建议，不仅大大降低研发成本，更重要的是保证企业的安全生产
3	数据分析	通过不同的数据模块分析，能够分析对比出工程师们不能掌握的产品缺陷和定制化需求，在后期的生产中，很容易对每一批次工程机械车辆的重要参数进行调整，最终适应不同的工作场景
4	预警维护	基于精准的网络服务，企业可以实时把控各地设备运行状态，针对故障情况做出及时有效的处理和预警，对于融资租赁业务而言，通过对故障设备的提前预警和维护，大大减少了客户损失
5	开工情况分析	实时展现全国及各省市的设备（包括挖掘机、混凝土机械、汽车起重机、摊铺机、港口设备）指数排行、在线情况、设备的施工时长和开工率等数据，根据开工率数据，可以预测下个月固定资产投资增量也可反映中国宏观经济走势
6	市场行情监测	根据各省的数据情况，可以预测出各省固定资产投资走向，实时分析出区域市场发生的变化

资料来源：树根互联，工行投行研究中心。

工业互联网最初源于工厂设备的运行维护和控制，近年来，已经不断通过数字化、智能化升级向数据收集和分析、故障提前预测和软件后台修复、运行环境分析、能源利用提效、流程方案优化、产品加工升级、生产线效率协调、安全状况监测、来料情况配比分析、人机高效协作等领域延伸，在这个过程中，工业互联网不仅应用在传统生

产作业领域，还在航天航空、信息电子、精密装备等高端领域大显身手。

在金融支持方面，《行动计划》提出通过工业转型升级资金启动支持工业互联网建设，同时持续三年推进工业互联网金融服务和产品创新，具体包括三个方面：一是推动银行业金融机构探索数据资产质押、知识产权质押、绿色信贷、“银税互动”等在工业互联网领域的应用推广；二是推动非金融企业债务融资工具、企业债、公司债、项目收益债、可转债等在工业互联网领域的应用；三是支持保险公司根据工业互联网风险需求开发相应的保险产品。另外，《工业互联网专项工作组2018年工作计划》提到，推动出台《关于推动资本市场服务网络强国建设的指导意见》，支持工业互联网企业扩大直接融资比重，推进在境外资本市场直接融资。如表4－15所示。

表4–15 金融支持工业互联网发展的有关内容（产融合作）

序号	金融支持	主要内容
1	支持扩大直接融资比重	支持符合条件的工业互联网企业发行企业债、公司债和非金融企业债务融资工具，优化债务结构，拓宽融资渠道
		推动出台《关于推动资本市场服务网络强国建设的指导意见》
		在维护国家信息和数据安全的前提下，积极服务符合条件的工业互联网企业根据国家发展战略及自身发展需要在境外资本市场直接融资
2	加大精准信贷扶持力度	鼓励金融机构加强对工业互联网企业的信贷支持；引导金融机构创新金融产品和服务
3	延伸产业链金融服务范围	支持符合条件的企业集团按程序发起设立财务公司
4	拓展针对性保险服务	鼓励财产保险公司创新开发针对工业互联网风险的保险产品
		持续推进首台（套）、新材料保险试点工作

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

工业互联网产业整体处于行业发展初期，企业研发费用、固定资产投入资金占比较高，因此企业在降成本条件下弥补发展短板的需求较大，通过境外和境内直接融资相结合的方式，工业互联网企业不仅可以降低融资成本，还可以凭借国内庞大的应用市场和技术积累，通过全球资本市场竞争取得更高的资本回报和更快的技术进步。

（四）工业互联网产业的发展逻辑

随着全球经济不断复苏，制造业重新回到应有的战略支柱地位，但同时又面临环境恶化、人口老龄化、制造业定制化和规模化发展并行的实际问题，传统的制造业态已经不能满足经济的发展需要，为此，欧美相继提出工业4.0、先进制造业战略。

回归制造业的本源，其实质就是提质增效，然而，分散化的机器、设备、人员仅能在特定时期解决生产效率偏低的问题。随着边际递减，传统企业闭门造车的生产方式不能解决社会生产效率的问题，甚至随着工业化的发展，单个企业也存在生产效率的瓶颈，企业和企业之间、企业和设备之间存在着信息沟通和共享障碍，最明显的表现就是开工率低下、故障率高，生产者并不能在企业自身内部寻求更高效率的解决方案，因此逐渐变成了生产和信息的孤岛。为了解决孤岛问题，德国等国家开始设立“制造岛”，我国称之为产业集群或集群，就是在特定地区把产业链上下游、研发机构等全部连接起来，形成局部地区生产的共享化、规模化效应。但是产业集群或者“制造岛”仍存在信息对称度不高、地区限制等问题，仍然不能从根本上解决社会化大生产的效率问题。

那么，有没有一种办法把所有的机器、设备、知识（管理方法、技术能力等）统一嵌入一个公开的、共享的网络架构中，同时打破地区限制、技术限制、人员限制，进而实现机器、设备、知识跨区域、跨领域、跨企业流动？甚至是否可以实现全社会乃至全球的工业资源

统一调配，生产资源按需分配，并将生产者和消费者需求通过网络来定制产品？

同时，还有一个非常重要的问题，即成本问题，成本从企业成立之初就开始产生，随着企业的逐渐成熟，成本出现或增或降的变化，而降成本成为企业发展的永恒主题。众所周知，民营企业是制造业创新的源泉，但大多数初创科技型民营企业的痛点都在于如何能将产品在厂房不足、设备不足但技术水平较高的情况下落地，进而实现从实验室到产品的科技成果转化路径。过去，成立一个科技型企业不但需要技术，还需要厂房、设备、人员等，企业所募集的资金真正用在研发上的占比较低，并且技术创业者的大量精力和金钱都花在了厂房等固定资产上，待产品落地之时，该项技术可能已不具备先进性和创造性。

那么，有没有一种办法，能够帮助企业在仅有技术却没有设备的情况下实现低成本快速生产？

目前，云计算、物联网、大数据等信息技术与制造技术的不断融合创新给出了答案。企业可以将设备、物料、人员、知识等生产要素嵌入网络构架，形成类似于招投标的框架。一方面，企业内部可以通过工业网络对所有的设备、物料、产品形成智能化管理，准确查明具体设备的开工率和可能出现的故障，满足自己的生产需要，同时还可以通过工业网络承接企业外部订单，打破企业信息孤岛；另一方面，企业外部可以形成全生产要素的定制化需求，充分运用全社会资源提高生产效率，满足个性化需求。因此，工业互联网应运而生，这个概念最早由通用电气于2012年提出，即利用物联网和智能化的设备进行大规模工业制造，最终实现降成本、提质量、增效益的目标。

从概念上讲，工业互联网解决的是工业互联的问题，因此并不是指工业的互联网，也不是互联网的分支，而是特指工业互联的网络集群，重点放在工业互联互通，互联网只是工业互联的手段。简单地说，所谓工业互联网是指将制造业产业链中的各种机器、设备组、设

施和系统网络，与先进的传感器、控制和软件应用程序相连接形成的一个大型网络平台，在这个平台中，实现人、机器、物料的互相联通。工业互联网连接结构如图4－24所示。

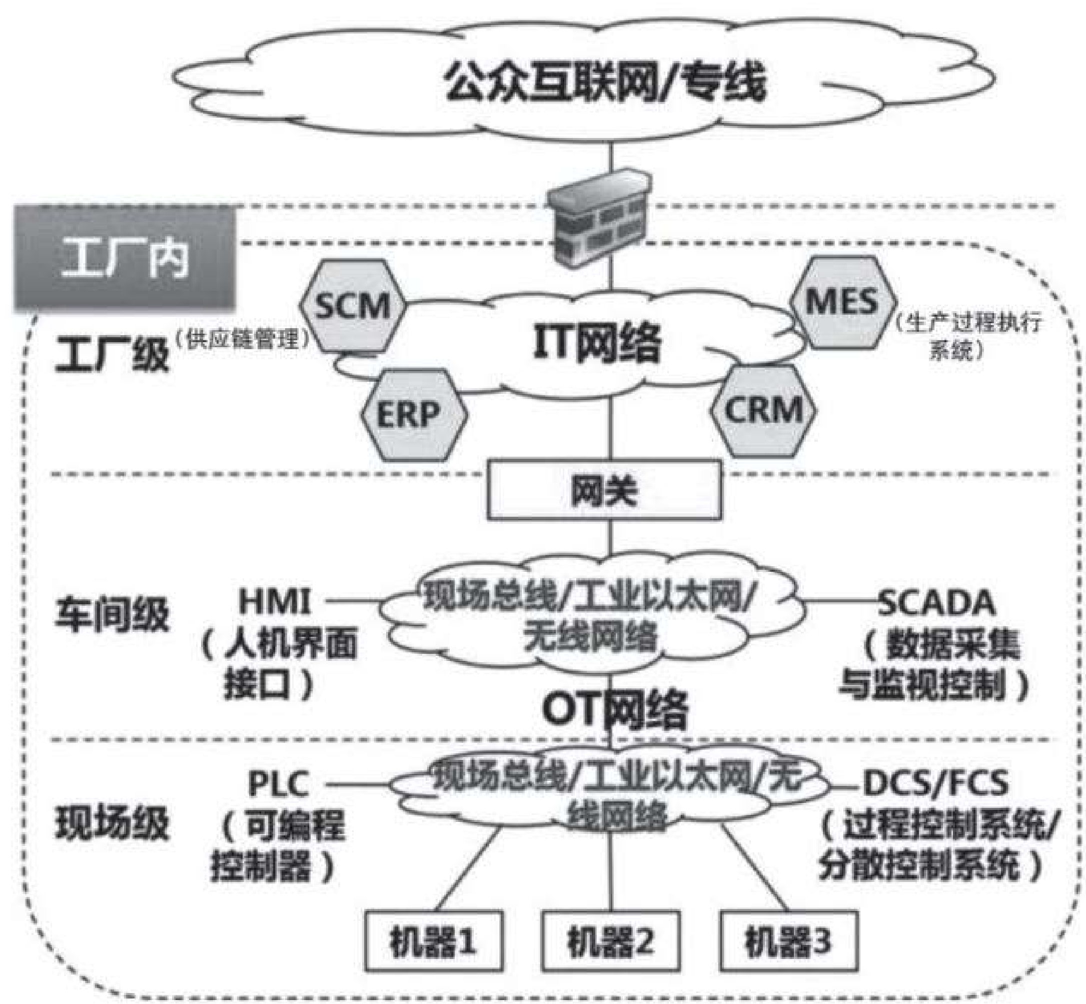


图4–24 工业互联网连接结构

资料来源：工业互联网产业联盟，工行投行研究中心。

传统的工业系统是彼此独立、彼此不相兼容的制造孤岛，最大的问题是效率低下、产品不良率高、设备故障率高，在工业互联网体系下，首先是设备智能化，这也是智能制造的出发点和落脚点，这个过程解决的是传统设备的盲、聋、哑问题，是实现生产效率的第一次提升。

长期以来，工厂的设备主要依赖人工的操作、检测和检修，生产效率受限于人工效率，设备自身不具备“言语”的智慧，但是通过工业网络、传感器和生产物料中的标识系统等，传统的设备具备了自主生产、定制生产、最优生产以及主动检测故障等智能化能力。同时，通过网络和平台再次对智能设备赋能，实现人和设备、设备和设备、设备和物料、人和物料之间的无障碍沟通和调配，这个过程是生产效率的第二次提升。工业互联网与智能制造框架如图4－25所示。

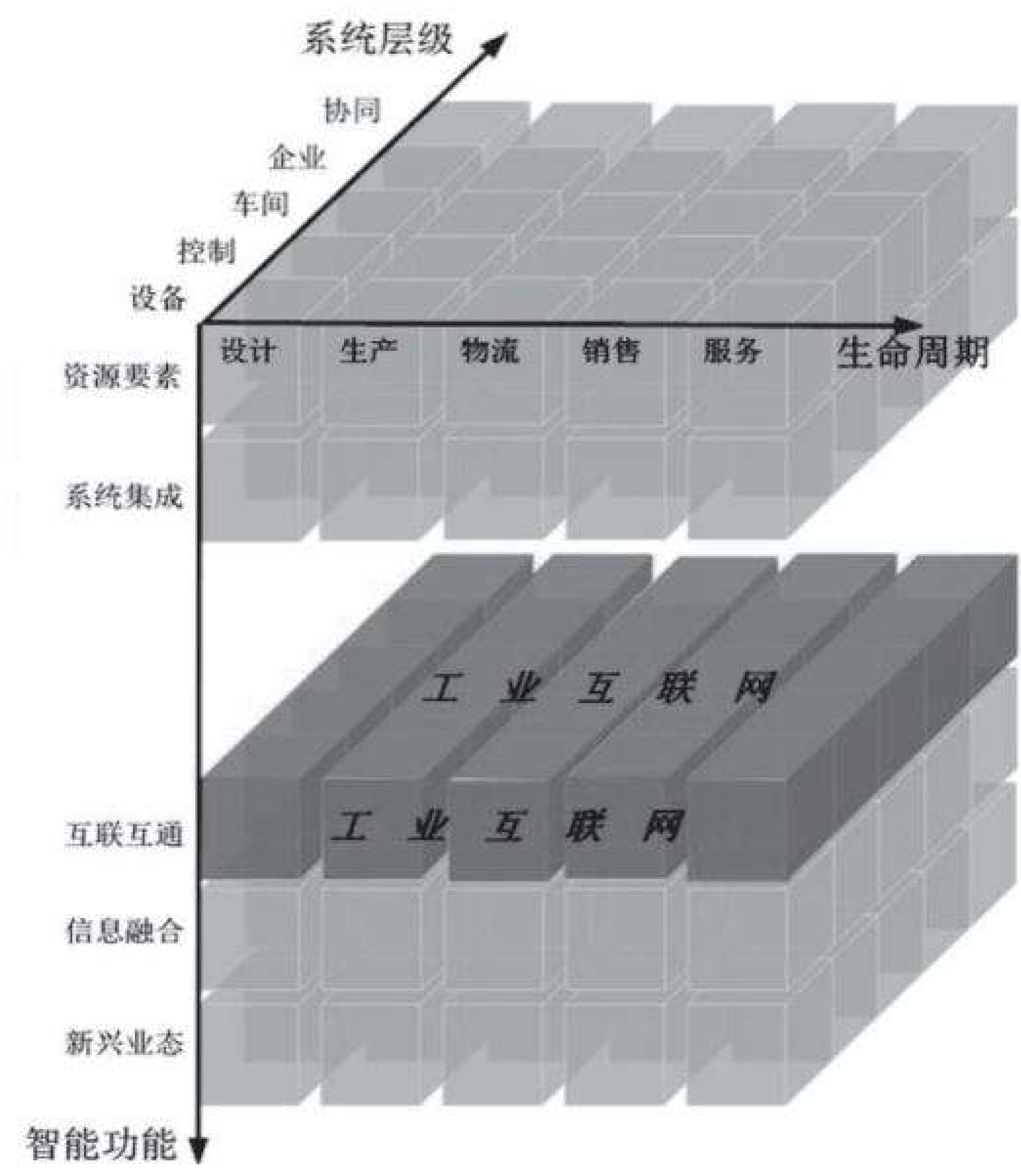


图4–25 工业互联网与智能制造框架

资料来源：工业互联网产业联盟，工行投行研究中心。

工业互联网最重要的意义在于，通过在移动互联网领域沉淀了多年的关键技术，与传统制造业和智能制造相叠加，共同释放出新的动能。以机床为例，目前我国机床生产效率极低，平均不到40%，生产效率低下的背后主要是开工率低的问题，而欧美等发达国家机床效率则在70%左右。当国内企业面临大规模订单时，单靠人工经验很难发现哪台机床处于非满负荷工作状态，也很难预测机床的故障发生，这个尴尬局面在引入工业互联网并对机床进行智能化改造后得以很好解决，即通过对机器和物料智能化赋能，工业互联网平台或软件可以快速判断出各个机床的工作状态，对生产物料进行自动调拨，同时对故障机床自动下线，确保每台机床处于满负荷工作状态，大幅度提高生产效率。

显然，引入工业互联网进行智能化改造后，企业在设备与设备之间的通信协议将被打通，让“机器之间能够用统一的语言说话交流”，在企业内部网络和外部网络形成新的大数据库，激发机器的生产潜能，从而提升产品质量，提质增效。工业互联网平台本身就是面向制造业数字化、网络化、智能化需求，构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系，支撑制造资源弹性供给、高效配置的工业云平台。

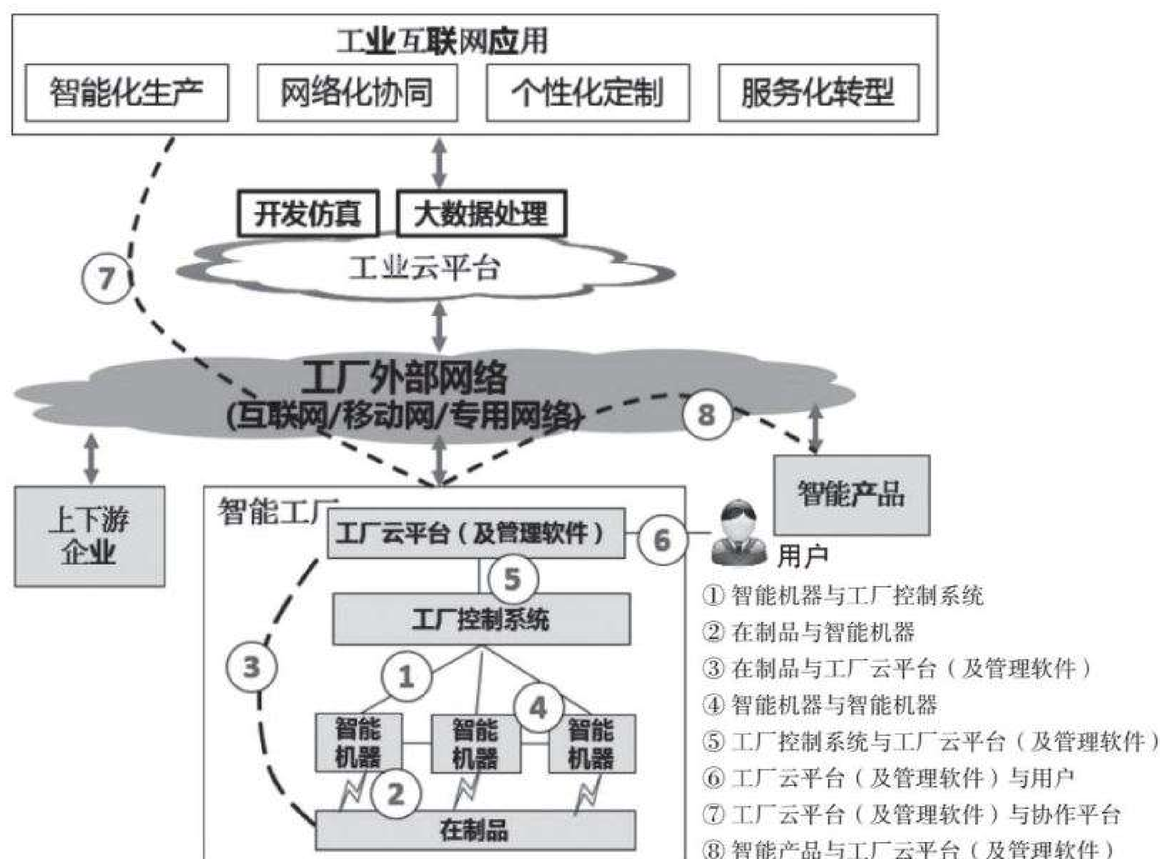


图4–26 工业互联网整体网络体系目标框架

资料来源：工业互联网产业联盟，工行投行研究中心。

其本质是通过构建精准、实时、高效的数据采集互联体系，建立面向工业大数据存储、集成、访问、分析、管理的开发环境，实现工业技术、经验、知识的模型化、标准化、软件化、复用化，不断优化研发设计、生产制造、运营管理等资源配置效率，形成资源富集、多方参与、合作共赢、协同演进的制造业新生态。如图4－26所示。

二、我国工业互联网的现状：奋起直追下的弯道超车

（一）我国工业互联网总体处于行业早期

根据工业互联网联盟统计的22份样本数据，总体来看，我国工业互联网处于产业发展的大力推进期，属于行业的早期阶段。4.5%的企业工业互联网建设尚未启动，设备和系统孤岛问题明显，数据采集工作尚未起步，数据价值意识薄弱。22.7%的企业工业互联网建设刚刚开始，互联互通基础设施具备一定基础，系统集成工作覆盖部分环节，数据采集和分析尚处于探索阶段。41%的企业工业互联网建设逐步推进，互联互通能力不断提升，纵向集成基本完成，端到端集成和横向集成具备一定基础，数据采集工作已经启动。27.3%的企业工业互联网建设比较完善，基础设施互联互通和系统集成度较高，数据流已经基本贯通，对新型工业网络、云计算、大数据等新技术的应用比较广泛，数据价值挖掘意识较强。4.5%的企业工业互联网建设水平领先，基础设施互联互通和系统集成度高，企业内部数据流和供应链上下游价值流已经全线打通，新技术应用比较成熟，数据价值挖掘比较充分。如图4－27所示。

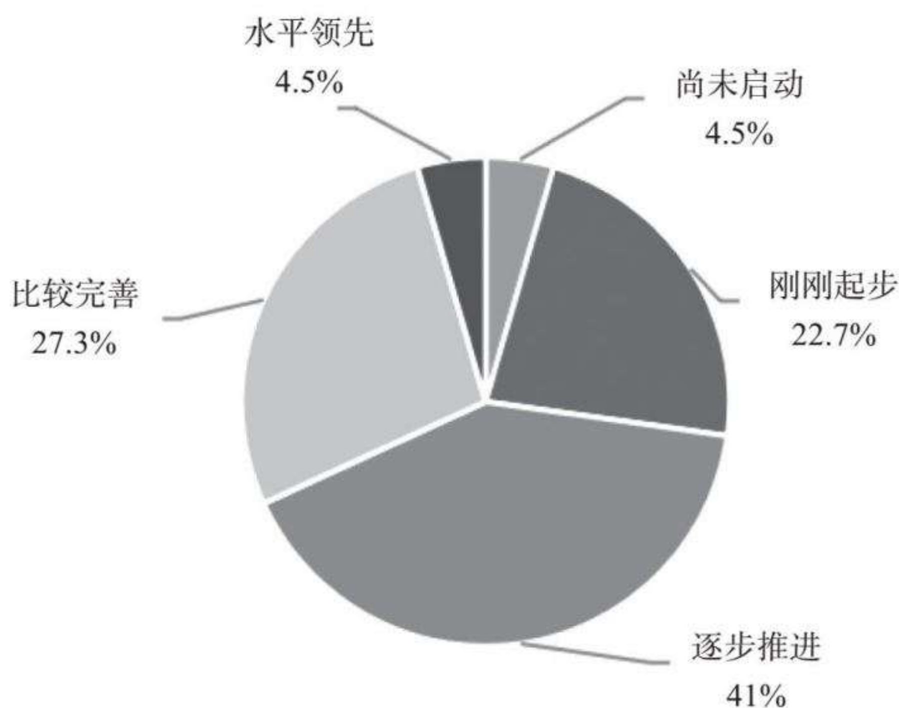


图4–27 我国工业互联网成熟度总体能力分布

资料来源：工业互联网产业联盟，工行投行研究中心。

但是，我国工业互联网市场巨大。过去5年中，我国工业互联网市场翻了4倍，2016年达到1 896亿元，预计在未来5年时间内能保持25%的年均复合增长率，2020年达到4 500亿元的规模（见图4－28）。中国的工业化及自动化的程度虽远不如欧、美、日，但得益于我国良好的互联网环境，借助工业互联网的手段，中国有机会实现弯道超车。

党的十九大报告指出："加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。"2017年10月30日，国务院常务会议审议通过了《深化"互联网+先进制造业"发展工业互联网的指导意见》（以下简称《指导意见》），旨在促进实体经济振兴，加快转型升级。

《指导意见》提出三个阶段发展目标：到2025年，基本形成具备国际竞争力的基础设施和产业体系，覆盖各地区、各行业的工业互联网网络基础设施基本建成，工业互联网标识解析体系不断健全并规模化推广，形成3~5个达到国际水准的工业互联网平台；在2018—2020年三年起步阶段，初步建成低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网网络基础设施，初步构建工业互联网标识解析体系。到2035年，建成国际领先的工业互联网网络基础设施和平台，工业互联网全面深度应用并在优势行业形成创新引领能力，重点领域实现国际领先。到21世纪中叶，工业互联网创新发展能力、技术产业体系以及融合应用等全面达到国际先进水平，综合实力进入世界前列。



图4-28 中国工业互联网市场产值规模

资料来源：赛迪顾问，中信证券，工行投行研究中心。

2018年，工信部也将统筹推进工业互联网发展的“323”行动，即着力打造网络、平台、安全三大体系，加快大型企业集成创新和中小企业的应用普及，不断健全产业、生态、国际化三大支撑。

工业互联网包括三大体系：网络、平台和安全，其中网络是基础，工业互联网的网络体系将连接对象延伸到机器设备、工业产品和工业服务，可以实现人、机器、车间、企业等主体以及设计、研发、生产、管理、服务等产业链各环节的全要素的泛在互联。《指导意见》中将建设网络基础设施作为重点工程加以推进，包括工业企业内网改造升级、加快工业企业外网建设、推进标识解析体系建设、推进工业领域全面部署IPv6（互联网协议第6版）。同时指出，到2020年，要支持建设一批跨行业、跨领域的国家级平台，以及构建一批企业级

平台，培育30万个以上的工业App，推动30万家企业应用工业互联网平台。到2025年，形成3~5家具有国际竞争力的工业互联网平台，实现百万工业App培育以及百万企业上云。

（二）工业互联网的发展之路：三大层级分析

工业互联网的兴起与发展可以打破原有封闭、隔离又固化的工业系统，扁平、灵活而高效的组织架构将成为新工业体系的基本形态。工业互联网平台依托高效的设备集成模块、强大的数据处理引擎、开放的开发环境工具、组件化的工业知识微服务，向下对接海量工业装备、仪器、产品，向上支撑工业智能化应用的快速开发与部署。

通俗来讲，整个工业互联网的构架就像我们日常的吃饭，消费者（企业）可以选择以下几种吃法：一是采购蔬菜、肉、蛋等自己做饭，这个过程极其费时费力，生产力没有得到解放，效率低下；二是去超市买速冻饺子等半成品，这时只需要寻找食品供应商等基础设施，这个过程就是基础设施即服务（IaaS），但是仅有基础设施还是会出现延时等情况；三是选择美团等外卖平台，直接享受一站式送到家服务，这个过程就是平台即服务（PaaS），同时也需要App等软件，也就是软件即服务（SaaS）。假设有这么一家技术一流的公司，完全拥有基础设施、平台和软件等，那么这家企业就是完全意义上的工业互联网公司，这也是整个工业互联网产业发展的重点。但是，目前的现实情况是，互联网公司懂网络和架构，但不擅长工业；制造业企业通晓工业，但对互联网及其应用一知半解。工业互联网之所以说是一种新的业态，就是为了解决这个问题，一方面融合工业化和信息化，另一方面解决如何通过网络解决工业互联的问题。

根据工业互联网产业联盟的分级，工业互联网平台可以分为三大层级：

第一，工业互联网底层是由信息技术企业主导建设的云基础设施IaaS层。在这一层级，我国与发达国家处在同一起跑线，阿里、腾讯、华为等云计算基础设施已达到国际先进水平。

第二，中间层是由工业企业主导建设的工业PaaS层，其核心是将工业技术、知识、经验、模型等工业原理封装成微服务功能模块，供工业App开发者调用，因此工业PaaS的建设者多是了解行业本身的工业企业，如通用电气、西门子、PTC（美国参数技术公司）以及我国的航天科工、三一重工、海尔集团，均是基于通用PaaS进行二次开发，支持容器技术、新型API技术、大数据及机器学习技术，构建了灵活开放与高性能分析的工业PaaS产品。

第三，最上层是由互联网企业、工业企业、众多开发者等多方主体参与应用开发的工业App层，即SaaS层。其核心是面向特定行业、特定场景开发在线监测、运营优化和预测性维护等具体应用服务。

（三）工业互联网的骨架构建：体系架构分析

根据前面提到的IaaS、PaaS、SaaS，工业互联网整个体系分为边缘层、平台层和应用层（见图4－29）。



图4–29 工业互联网平台功能架构图

资料来源：工业互联网联盟，工行投行研究中心。

第一层是边缘，通过大范围、深层次的数据采集，以及异构数据的协议转换与边缘处理，构建工业互联网平台的数据基础。一是通过各类通信手段接入不同设备、系统和产品，采集海量数据；二是依托协议转换技术实现多源异构数据的归一化和边缘集成；三是利用边缘计算设备实现底层数据的汇聚处理，并实现数据向云端平台的集成。

第二层是平台，基于通用PaaS叠加大数据处理、工业数据分析、工业微服务等创新功能，构建可扩展的开放式云操作系统。一是提供工业数据管理能力，将数据科学与工业机理结合，帮助制造企业构建工业数据分析能力，实现数据价值挖掘；二是把技术、知识、经验等资源固化为可移植、可复用的工业微服务组件库，供开发者调用；三是构建应用开发环境，借助微服务组件和工业应用开发工具，帮助用户快速构建定制化的工业App。

第三层是应用，形成满足不同行业、不同场景的工业SaaS和工业App，形成工业互联网平台的最终价值。一是提供设计、生产、管理、服务等一系列创新性业务应用；二是构建良好的工业App创新环境，使开发者基于平台数据及微服务功能实现应用创新。

除此之外，工业互联网平台还包括IaaS基础设施，以及涵盖整个工业系统的安全管理体系，这些构成了工业互联网平台的基础支撑和重要保障。泛在连接、云化服务、知识积累、应用创新是辨识工业互联网平台的四大特征：泛在连接具备对设备、软件、人员等各类生产要素数据的全面采集能力；云化服务实现基于云计算架构的海量数据存储、管理和计算；知识积累能够提供基于工业知识机理的数据分析能力，并实现知识的固化、积累和复用；应用创新能够调用平台功能及资源，提供开放的工业App开发环境，实现工业App创新应用。

（四）工业互联网的解决方案

工业互联网本身就是连接企业（包括人员）和设备之间的神经枢纽，是智能化转型和智能化改造的关键。目前企业智能化有三个最典型的痛点，最核心的就是提高良品率，这也是很多企业产品质量上不去的原因，其次是能耗问题，最后是故障预警或者是预防性维护。工业互联网可以通过大数据分析和关联数据来提前对故障进行预测，防止生产过程中出现间断生产问题。

首先，工业互联网可以帮助企业实现智能化生产和管理。通过对各类数据的采集和分析，能够发现导致生产瓶颈与产品缺陷的深层次原因，不断提高生产效率及产品质量。基于现场数据与企业计划资源、运营管理等数据的综合分析，能够实现更精准的供应链管理和财务管理，降低企业运营成本。

比如阿里巴巴的阿里云平台，一方面将碎片化零散、随机的生产加工需求进行整合，另一方面对生产企业产能实现标准化、在线化，

然后通过智能供需匹配的算法模型将消费端整合需求精准、高效匹配给淘工厂平台对应满足加工需求的优质工厂，推动生产企业分散产能、整合共享。中策橡胶基于阿里云ET工业大脑，将生产端的各类数据进行深度运算和分析，形成了资源最优利用的方案组合，提升了5%混炼胶合格率。在传统工厂智能化升级、产线智能化改造模式下，中策橡胶是无法推演出从越南进口的橡胶原材料会影响产品合格率的，而基于云的深度运算和分析，找出了这一影响因子。

再如天合光能，阿里云数据科学家通过研究光伏电池的业务流程和制作工艺，构建出数据分析模型，对工艺参数进行调整，最终在丝网印刷环节捕获到了关键因子，优化后A品率提升了7%。传统模式下，即便最优秀的工程师和专家也无法给出这样的预测。

其次，帮助企业实现生产方式和商业模式创新。企业通过平台可以实现对产品售后使用环节的数据打通，提供设备健康管理、产品增值服务等新型业务模式，实现从卖产品到卖服务的转变，实现价值提升。基于平台还可以与用户进行更加充分的交互，了解用户个性化需求，并有效组织生产资源，依靠个性化产品实现更高利润水平。此外，不同企业还可以基于平台开展信息交互，实现跨企业、跨区域、跨行业的资源和能力集聚，打造更高效的协同设计、协同制造，协同服务体系。

未来，工业互联网平台可能催生新的产业体系。如同移动互联网平台创造了应用开发、应用分发、线上线下等一系列新的产业环节和价值，当前工业互联网平台在应用创新、产融结合等方面已显现出类似端倪，未来也有望发展成为一个全新的产业体系，促进形成大众创业、万众创新的多层次发展环境，真正实现“互联网+先进制造业”。

工业互联网已成为物联网最重要的组成部分，规模巨大。据麦肯锡统计，工业互联网这一细分行业年收入规模占到物联网规模的30%以上，是物联网多个应用方向中最大的一类，超过了可穿戴设备、汽车等消费级产品及智慧城市、物流、基建等应用场景（见图4－30）。到

2025年，工业互联网产值在1.2万亿~3.7万亿美元，将形成巨大的市场。

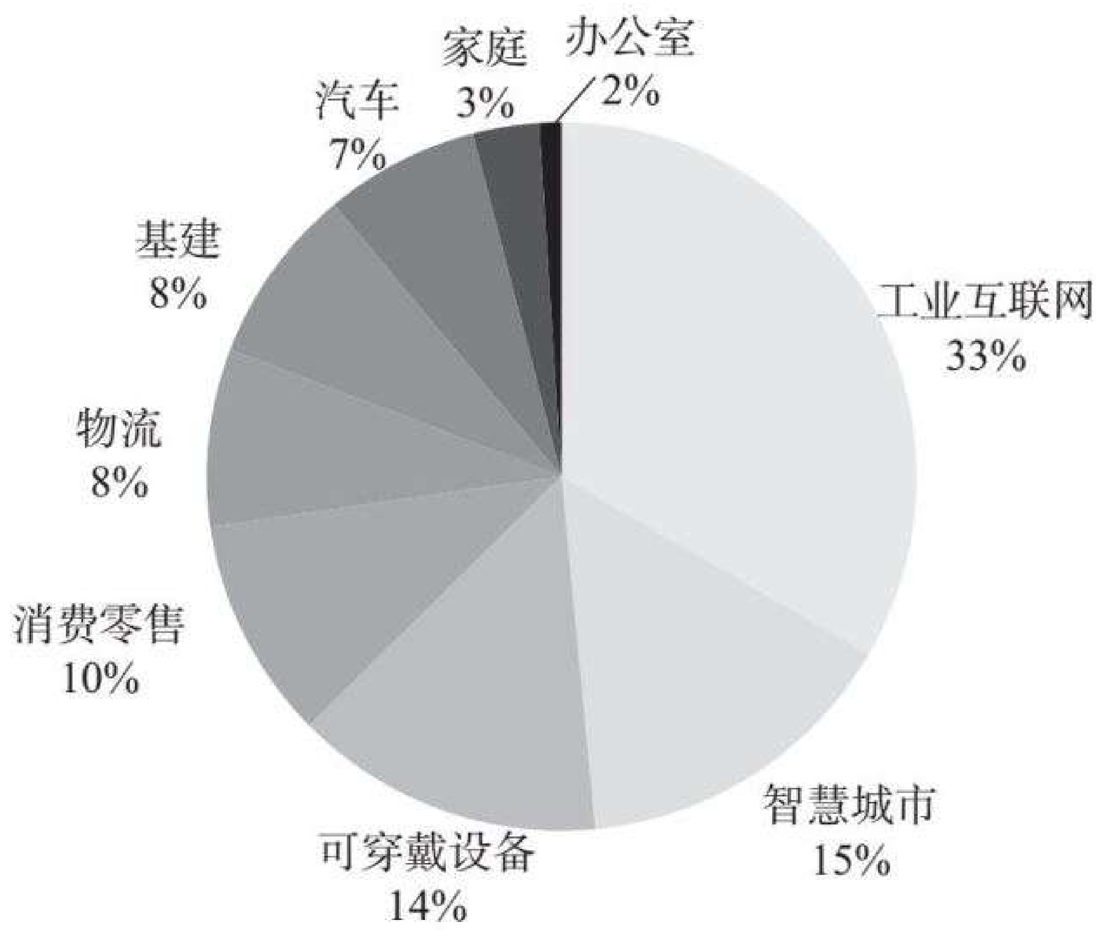


图4–30 物联网各应用场景产值占比

资料来源：麦肯锡，工行投行研究中心。

工业互联网的发展可有效提高生产率，并拉动实体经济。据通用电气预测，在美国，若工业互联网推动生产率每年增长1~1.5个百分点，在接下来的20年里，美国工业产值规模将提高25%~40%。从世界角度看，按照生产力增长水平达美国的50%计算，工业互联网将为全球GDP（国内生产总值）创造10万亿~15万亿美元价值，接近美国当前的经济总量。尤其在世界经济尚存不确定性因素、充满挑战的经济环境下，工业互联网能对个体与全球经济均带来巨大裨益。

（五）工业互联网的困境和出路

工业互联网产业发展联盟发布了2017年工业互联网产业白皮书，其中提到的数据、平台等问题是我国目前遇到的产业瓶颈。首先，对于工业互联网平台而言，工业数据采集是基础，有什么样的数据规模就有什么样的工业互联能力。当前数据采集面临的突出问题是，受制于传感器部署不足、装备智能化水平低，工业现场存在数据采集数量不足、类型较少、精度不高等问题，无法支撑实时分析、智能优化和科学决策。据统计，我国在设备数字化、网络化方面与美、德等国差距较大，2017年我国企业设备数字化率为44.8%、数字化设备联网率为39.0%，尤其是中小企业基础薄弱。因此，数据采集体系建设和解决方案能力建设将会成为工业互联网平台建设的重要机会：一方面通过构建一套能够兼容、转换多种协议的技术产品体系，实现工业数据互联互通互操作，另一方面通过部署边缘计算模块，实现数据在生产现场的轻量级运算和实时分析，缓解数据向云端传输、存储和计算的压力。

其次，工业PaaS是核心。PaaS的本质是在现有成熟的IaaS平台上构建一个可扩展的操作系统，为工业应用软件开发提供一个基础平台。工业PaaS面临的突出问题是开发工具不足、行业算法和模型库缺失、模块化组件化能力较弱，现有通用PaaS平台尚不能完全满足工业级应用需要。当前，工业PaaS建设的总体思路是，通过对通用PaaS平台的深度改造，构造满足工业实时、可靠、安全需求的云平台，将大量工业技术原理、行业知识、基础模型规则化、软件化、模块化，并封装为可重复使用和灵活调用的微服务，降低应用程序开发门槛和开发成本，提高开发、测试、部署效率，为海量开发者汇聚、开放社区建设提供支撑和保障。工业PaaS是当前领军企业布局的重点，是平台核心能力的集中体现，也是当前生态竞争的焦点。

同时，特定工业应用场景的工业App是关键，用户可以通过对工业App的调用实现对特定制造资源的优化配置。工业App面临的突出问题

是传统的生产管理软件云化步伐缓慢，专业的工业App应用较少，应用开发者数量有限，商业模式尚未形成。未来，工业App发展的机会在于，一方面，传统的CAx（CAD、CAM、CAE、CAPP、CIM、CIMS、CAS、CAT、CAI等各项技术的综合叫法，即CA+X）、ERP（企业资源计划）、MES（面向制造企业车间执行层的生产信息化管理系统，可对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理）等研发设计工具和运营管理软件加快云化改造，基于工业PaaS实现了云端部署、集成与应用，满足企业分布式管理和远程协作的需要；另一方面，围绕多行业、多领域、多场景的云应用需求，大量开发者通过对工业PaaS层微服务的调用、组合、封装和二次开发，形成面向特定行业特定场景的工业App。

在整个工业互联网体系中，网络是实现人、机、物互联互通的基石，我国中小企业中网络化基础与人、机、物互联的网络需求差距较大，尤其是中小企业专线网络还不够健全，导致人、机器、物料之间的“沟通”出现了障碍，影响了工业生产效率，未来几年，以下几个方面将成为工业互联网发展的重点。

一是工业企业内网改造升级。通过实施工业企业内网改造来推动工业企业内网的IT化、扁平化、柔性化，从而打通信息孤岛、数据烟囱，为更广泛的互联互通，为先进制造业的深入发展打下良好的基础。

二是工业企业外网建设。重点加快推进宽带网络基础设施建设与改造，扩大网络的覆盖范围，优化升级国家骨干网络，为实现产业链各环节的泛在互联与数据顺畅流通提供保障。进一步推进连接中小企业的专线提速降费，降低中小企业信息服务的成本，支持大中小企业的融通发展。

三是标识解析体系建设。即赋予机器和产品“身份证”，实现供应链系统和企业生产系统精准对接和人、机、物全面互联，进而实现

跨企业、跨地区、跨行业的产品全生命周期的管理，促进信息资源的集成共享。

四是工业领域全面部署IPv6。我国IPv6发展起步比较早，但与发达国家相比目前普及率还不高，应在工业企业的网络化改造建设的同时，同步推进工业领域IPv6的发展。

三、国外发展路径和企业成长经验

各国的工业互联网发展模式多样，但转型升级方向一致，均是深度融合信息技术。“工业互联网”概念由通用电气于2012年率先提出，依靠美国强大的软件产业基础，结合智能设备、低成本化的传感器、大数据收集及分析等技术，提高现有产业的效率并创造新产业。其后在2013年的德国汉诺威工业博览会上，德国另辟蹊径，正式推出了“工业4.0”概念，强调德国不走美国互联网的路径，而是进一步发挥自身在制造自动化领域的优势，通过智能制造达到工业转型升级的目的。

从本质看，美国的工业互联网、德国的工业4.0及英国的数字经济战略、日本的超智能社会等规划的内涵殊途同归，均在原有的优势制造产业基础之上，结合物联网、云计算、大数据分析等新一代信息技术，支撑传统工业的智能化发展。从发展模式上，按照侧重点的不同，工业互联网可细分为以下三种：

模式1：售后端切入（智能产品、后市场服务）

设备制造商或拥有方在设备物联的基础上，对设备实时监控，提供多样化的增值服务，保障设备的安全及高效运营。

优势：抓住设备后市场服务这一刚需，可快速推广至各行各业，通过数据沉淀产生价值。

劣势：行业快速拓展时，若商业模式无法有效变现，就会有现金流风险。

典型应用：智能产品与远程服务平台；标识与产品全生命周期系统；零配件管理。

模式2：生产端切入（智能工厂）

打造智能工厂和生产线，采集流水线数据，并集成生产及计划系统，提升生产灵活性与产品质量。

优势：通过工厂制造流程的智能化改造，适应产品个性化及定制化需求。

劣势：智能工厂涉及多种设备，项目制的商业模式开发周期较长，成本较高；并且该商业模式适合特定行业，拓展较为困难。

典型应用：装备智能化、网络化改造；柔性、敏捷产线建设；工业软件系统集成；厂内工业数据平台建设。

模式3：供需端切入（对接平台）

自建或利用第三方平台，对接供需关系，降低交易成本，提供个性化产品与服务。

优势：供需对接平台相当于中介服务，开发及实施成本均较低，有利于快速拓展市场。

劣势：平台离工业本身距离较远，并需要持续的引流，用户留存成本较高；如无法有效对接供需双方，并保证线下服务质量，将面临用户的流失，难以可持续发展。

典型应用：设计、制造、供应链协同平台；用户个性化交互平台建设；工具、资源、信息共享云平台。

国外工业互联网竞争格局，如表4－16所示。

如前所述，工业互联网由美、德等发达国家率先开始实施，基于它们自身良好的制造业及信息产业基础，陆续有工业及信息业巨头开始着手布局该领域，同时也有富有创造力的创业公司闯入该行业。各家公司专注在不同的客户行业、地域拓展及云计算层级为客户提供服务。目前尚未有一家公司能够在工业互联网领域中形成寡头优势，每家均起步不久。

从国外整体竞争格局看，通用电气、西门子依靠自身庞大的规模及先进技术占据一定优势。通用电气和西门子根据自身特点的不同，分别代表了工业互联网的售后端和生产端两种模式。其余公司各自在某些方面与两大巨头尚存差距。PTC（美国参数技术公司）、Uptake有一定技术优势，但缺乏多年的行业积累，规模尚小；小松、博世以服务自身体系及行业的设备为主，难以进行行业拓展；软件厂商思爱普、思科、微软、亚马逊等侧重于做IaaS层平台，适应各行业，但无法形成工业特色、提供工业领域全价值链的端到端服务。

表4–16 国外工业互联网竞争格局

企业	产品名	主要股东	客户行业	业务开始时间	主要模式	底层平台	跨界能力	说明
通用电气	Predix	基金分散持股	能源、医疗、交通等	2016	PaaS/SaaS	Azure	◔	纯软件、开发平台服务，主要针对通用电气原有业务。目前有67万台设备接入，400个客户，250个SaaS应用，年收入40亿美元
西门子	MindSphere	基金分散持股	医疗、能源、楼宇等	2016	PaaS/SaaS	HANA	◔	软硬件一体化服务，需要使用西门子PLC及网关设备MindConnect，开发平台上SaaS应用称为MindAPP
PTC	ThingWorx	基金分散持股	泛行业	2013	PaaS/SaaS	–	○	2013年收购ThingWorx进入行业，2016年工业互联网收入8000万美元
Uptake	Uptake	创始人	工程机械	2014	PaaS/SaaS	–	◔	创始人即Groupon创始人。Uptake 2014年成立，A轮卡特彼勒投资，2015年末B轮估值10亿美元，2017年初C轮估值20亿美元
小松	GEMBA	基金分散持股	工程机械	2005	SaaS	自有服务器	●	工程设备行业最早开始进行设备物联探索的公司
博世	–	博世家族	汽车、制造	–	SaaS	自有服务器	◕	行业扩展性能较弱
思爱普	HANA	基金分散持股	泛行业	2011	IaaS/PaaS	–	◔	依托SAP原有渠道，以IaaS平台及Hana的云计算能力为主
思科	Jasper	基金分散持股	电子产品	2016	IaaS/PaaS	Azure/IBM	◑	思科2016年从淡马锡购入Jasper平台，开始进入物联网业务
微软	Azure	基金分散持股	泛行业	2008	IaaS	–	○	泛行业云平台
亚马逊	AWS	基金分散持股	泛行业	2006	IaaS	–	○	泛行业云平台

资料来源：国投创新，工行投行研究中心。

国外工业互联网主要有以下竞争模式。

1.GE Predix

模式：针对工业互联网战略，通用电气围绕Predix平台，一方面利用云计算/边缘计算和工业级应用加强平台基础开发及运行能力，另一方面，与技术合作伙伴形成全球性渠道，保证平台生态的创新性和活力。GE Predix目前的销售主要依靠通用电气售出的能源、医疗及发动机等产品带动，以纯软件为模式。GE Predix注重实时收集设备运行状态数据，但其在数据收集端有大量的实施及开发工作。Predix以“数据湖泊”形式存储其数据，并有一整套软件服务来协助开发者迅速开发适用于工业环境的软件应用。通过Predix平台，可以方便客户分析大数据、远程监控机器，提升应用软件的开发效率，并为机器之间建立沟通的桥梁。

案例：航空公司通过Predix服务，执飞一个航班所采集到的客舱压力、高度、燃油消耗等数据就能够达到0.5TB（太字节）。东航收集了500多台CFM56发动机的高压涡轮叶片保修数据，并结合远程诊断记录和第三方数据，建立了叶片损伤分析预测模型，根据数据分析平台上的结果就可以预测发动机的运行情况，定制科学的重复检查间隔，避免了无谓的停机检查，有效提升了运营效率。

2.西门子MindSphere

模式：西门子MindSphere隶属于西门子数字工厂业务线。该业务线的净利润率在西门子各业务中是最高的，并成为继医疗和能源后西门子的第三大利润来源。

MindSphere包括MindConnect传输硬件及应用程序MindApp，它们共同为客户提供服务。得益于西门子较高的PLC（可编程逻辑控制器）市场占有率，MindSphere在市场推广中相对较为容易。

案例：西门子为研磨工具公司Gehring提供了刀具磨损监控的软件示例，有效解决了Gehring不同工厂刀具管理的问题。

四、工业互联网相关企业的投资机会

（一）我国工业互联网竞争格局

依托中国庞大的工业体量及良好的电信及互联网环境，我国工业互联网发展迅猛，和国外公司齐头并进。工业设备厂商、电信运营商、互联网企业及独立创业团队纷纷加入此战局中（见表4－17）。

树根互联具有售后端快速切入、技术水平强、行业经验丰富等特点。海尔COSMO主打智能制造C2M（客户对工厂）概念，为客户提供定制化的服务，可结合我国发达的电商平台，但其以自身家电及消费品行业为主，不易拓展。阿里在大数据分析上有优势，并在工业领域发展迅速，但其目前以打造标杆案例为主，无法提供端到端的服务。

航天云网是模式3供需端的切入模式，其余腾讯云、移动、联通、华为主要侧重IaaS，可与工业互联网企业合作互补。创业团队如蘑菇物联、机智云等，规模较小，暂时难以获得工业级客户的信任。通用电气、西门子等厂商也刚进入中国市场，不过因数据安全性问题，发展受到限制。

表4–17 我国工业互联网竞争格局

类型	企业	产品名	主要股东	客户行业	业务开始时间	主要模式	底层平台	跨界能力	说明
制造企业	树根互联	根云	三一重工	工程机械、农机、纺织、风电	2016	PaaS/SaaS	腾讯云	◔	源于三一物联技术，于2016年发布，目前通过PaaS平台已经进入多个行业，并开展了售后服务
	海尔	COSMO	海尔	家电	2015	SaaS	自有服务器	◑	来自海尔收购的新西兰公司，有数十年柔性生产及智能制造的经验。平台可按需制造
	航天科工	航天云网	国资委	航天、电子	2015	PaaS/SaaS	自有服务器	◑	侧重航天科工内部资源的供需对接，类似猪八戒网，主要面向航天科工旗下企业
运营商/电信设备商	中国移动	移动政企	国资委	工业	–	PaaS/SaaS	树根/自有	◑	移动政企公司专注做行业应用SaaS，且聚焦工业及能源行业，由移动物联网公司负责设备接入
	中国联通	沃云	国资委	泛行业	–	IaaS/PaaS	–	◔	联通沃云正大力推进物联网业务，布局全国，有大量优秀的营销团队可为其所用
	华为	华为云	分散持股	泛行业	–	IaaS/PaaS	–	○	华为云连接层面通过OceanConnect连接，较为封闭；主要和政府合作，开拓智慧城市
互联网公司	腾讯	腾讯云	MIH（米拉德国际控股集团）、马化腾	泛行业	–	IaaS/PaaS	–	○	腾讯在工业互联网领域的合作伙伴即树根互联，并且马化腾也向社会推广三一及树根的模式
	阿里	ET工业大脑	软银、马云	泛行业	–	IaaS/PaaS	–	○	阿里正激进进入工业领域，打造标杆项目，如中策橡胶、协鑫光伏等，将打造工业生态，发展合作伙伴
创业团队	蘑菇物联	蘑菇物联	创始人	机械设备	2016	SaaS	–	◕	对标国外Uptake，有独立性优势，但规模较小，市场开拓能力欠佳
	机智云	机智云	创始人	家电	2005	PaaS/SaaS	阿里/腾讯	◕	创立多年，在智慧家居领域，有一定技术积累。但消费端经验难以用到工业互联网领域

资料来源：国投创新，工行投行研究中心。

主要竞争模式：

（1）海尔COSMO

模式：海尔COSMO由海尔收购的新西兰家电企业FPA独有的技术转化而来，实现了电机工厂与用户、整机工厂以及相关方的实时互联。其业务模式层、SaaS应用层、平台层和资源层分别负责构建各行业的业务模式、将模式云化形成全流程解决方案、对技术开发应用并实现资源最优匹配、收集全球资源。

案例：COSMO平台已经构建沈阳冰箱、郑州空调、佛山滚筒、胶州空调、青岛热水器、FPA电机、青岛模具和中央空调8个互联工厂，实现了不同区域的工厂互联生产。

（2）阿里ET工业大脑

模式：阿里工业大脑正处于打造标杆案例的阶段，此阶段由阿里负责为客户提供完整的云计算解决方案，在数据采集层提供兼容市场的物联组件，在平台层提供可二次开发和共享的连接和算法，深入工艺内部及生产现场，发现问题并解决问题，提高生产效率及产品质量。后期它将发力平台模式，向社会推广。

其主要面向两类客户：直接用户是企业IT部的开发者或外部供应商，购买阿里产品以满足二次开发的需求；间接用户是企业生产技术的负责人。

案例：以协鑫光伏为例，该项目持续半年时间，阿里深入协鑫的工艺流程，从来料检验，到粘胶、切片、脱胶、清洗、检验，用数据分析问题，并对其进行改善。阿里导入算法模型，如参数曲线监控、工艺参数推荐、设备损伤、故障诊断、良率预测等。在工艺参数推荐中，从1 000多个参数中找到120个重要参数，并找到其中30个可控参数，通过挑选关键参数，发现导轮是影响硅片质量的关键因素，据此进行有针对性的改善。同时，用BI（商业智能）进行数据可视化的展示，如停机、人员绩效、装载量、良率分布、单机器产量等，提升管理效率及体验。

项目每月需上传200G数据上云，通过流计算实时调用机器状态，推测产品质量。实施过程需要团队深入理解行业，并通过数据分析优化模型与实际生产经验比对，不仅运用到统计学模型，还有机器学习模型。

（二）主要技术路径演进趋势分析

工业互联网建立在工业制造之上，包含丰富的内涵。从产业链的角度看，工业互联网在工业设备、加工工艺等工业制造的基础上，融合了传感控制软硬件、工业网络通信、自动控制系统、工业云平台及

各行业应用等大量新一代信息技术，可以打造完整生态。如图4－31所示。



图4–31 工业互联网产业链层级

资料来源：国投创新，工行投行研究中心。

工业云平台是工业互联网的核心。工业云平台承担数据的存储、处理、分析及共享，同时对上负责应用的开发环境支持，对下管理物联设备的接入，并对计算资源进行有效管理及安全防护，占据工业互联网产业链的核心地位。国内外巨头如树根互联、阿里云、GEPredix、西门子MindSphere陆续在工业云平台领域布局。

工业云平台从组建架构上有3种不同的部署方式，分别串联起上下游各工业环节。

①工厂外部部署：收集设计、生产、物流、市场、用户及售后等各方信息及数据，实现产品的全生命周期管理，全局优化。

案例：树根互联、GE Predix。

②工厂内部部署：采集生产及工艺流程中制造执行系统（MES）、组态系统（SCADA）、企业资源规划系统（ERP）等产生的信息，生成虚拟镜像，管理产品的生产过程，促进个性化定制生产。

案例：西门子MindSphere、阿里云。

③混合云部署：同时收集工厂内外的数据信息，汇聚更多源数据、处理分析功能更为灵活。

云平台模式按照服务内容的不同，分为IaaS、PaaS及SaaS三种模式（见图4－32）。

IaaS模式：该种商业模式位于最基础的位置，主要提供服务器等硬件设施，有效降低客户的硬件资本开支。但该模式下客户需自行搭建操作系统及数据存储分析系统，在获得灵活性的同时，对客户本身的IT开发能力有极高的要求。IaaS供应商的竞争优势主要体现在以较低的成本提供高性能的服务器硬件设施。



图4–32 云平台模式分析

资料来源：国投创新，工行投行研究中心。

案例：腾讯云、阿里云、亚马逊AWS。

PaaS模式：该种商业模式在服务器等硬件设施的基础上，搭建了一套适合客户应用开发及运营的操作系统环境，并打造相应API（应用程序编程接口）、SDK（软件开发工具包）和指令集，方便客户调用。在保证灵活性的同时，省去了客户在底层数据存储、数据库管理等环节上的工作量，是理想的工业云平台构建模式，适应各行各业。PaaS供应商的竞争优势主要体现在能为客户提供多样的、适合行业的API，并减少客户在接入管理、数据库管理等通用环节的开发工作量。

案例：树根互联、GE Predix、MindSphere。

SaaS模式：该种商业模式位于云平台的顶层，直接为终端客户服务，无须开发，日常生活中用户接触到的2B、2C应用均属于SaaS模式。其优点在于大大提高了可用性，缺点在于不具有可扩展性，无法作为通用性平台扩展到各行各业。

案例：用友、金蝶、G7汇通天下、钉钉。

（三）工业云平台应用现状

结合调研访谈及行业分析，客户普遍对设备上云、远程管理、预测性维护等服务存在客观需求。但目前工业云平台在各自细分领域刚刚兴起，尚未形成大规模应用。工业互联网发展的大趋势，凸显了当下投资布局的良好时机。（见表4－18）

表4–18 工业云平台应用现状

序号	行业	云平台应用现状
1	激光加工	目前数控机床的云平台应用已经度过初级阶段，客户对云平台的需求越来越多，主要是方便车间的工况监测及各项数据分析与上传
2	切割机床	
3	机加工	
4	磨床	
5	雕刻机	
6	纺织机械	主要应用在某些重点工艺段（印染工艺）上，应用在工厂整体上的较少
7	暖通空调制冷主机	云应用可以监测和维护：设备点、参数通信、水泵点、传感器参数等
8	暖通空调末端装置	
9	鼓风机	云服务在这个行业刚刚兴起，大型公司会使用，主要原因是云服务比较贵，小型公司不一定能支付得起
10	汽车（消防车）	消防车目前对云平台的应用处于起步阶段，该行业主要应用智慧消防安全服务云平台
11	汽车（环卫车）	环卫车处于刚刚兴起的状态，没有广泛应用
12	机器人机械手臂	机械手臂行业已经有了云应用，但是目前的应用并不广泛

序号	行业	云平台应用现状
13	造纸机械	对于造纸行业系统集成商而言，云平台刚刚兴起，绵阳同成智能装备股份有限公司是造纸生产线使用云平台之一
14	船舶（柴油发电机组）	该行业目前已经有云平台的应用，但应用较少，私有云较多
15	发动机组	发动机组目前没有云应用，因为该产品的设备参数要求高，设备厂商对自己的产品保密性要求严格
16	工业锅炉	工业锅炉已经有云平台，最近两年刚刚出现。国家环境保护燃煤工业锅炉节能与污染控制工程技术中心和川然节能在锅炉云平台方面做得较好
17	称重设备	称重设备目前云平台刚刚兴起，目前已经有一家称重云存在，该行业的控制器是专用仪表，是否可以和云平台连接要看仪表是否支持通信协议
18	输送设备	输送设备运用在各个行业当中，比如：食品饮料、纺织、印刷等，输送设备应用云平台，来监测输送过程中产品的状态和数据
19	变电站	目前，智能变电站在各个行业均有普及，国家政策上（智能电网）支持力度较大，智能变电站支持接云
20	风电	风电行业目前已经有云平台的应用，因为风电行业对数据的保密性要求严格，所以对云平台的要求较高
21	民用污水处理	在这个行业，云服务刚刚兴起，只有大的公司、市政部门会做云服务
22	工业污水处理	一般而言，小型的水处理工程公司没有这种云服务，稍微大型一些的污水工程公司会有云技术服务
23	光伏	光伏行业目前已经有云应用的案例，主要负责对电池的监控及通过云计算快速得出用电量等数据

资料来源：MIR睿工业，国投创新，工行投行研究中心。

（四）国内企业的投资机会

在我国，以模式1售后端切入工业互联网最为直接有效。机器设备是工业生产的核心生产资料，以设备的物联接入及售后服务为切入点的工业互联网模式，可最为直接地接触到海量设备、快速复制推广，并有效地串联起设备厂商、设备使用者、设备服务商等一系列环节。而相对设备本身的价值，物联连接的费用极为低廉，在企业可承受的范围内，同时结合基于信息的精准服务，如设备管理、预测性维护、设备研发改进及金融优惠等，客户愿意为工业互联网服务买单。

对模式2，我国多数企业效益差、信息化程度低，难以承受整条流水线改造的高昂成本，门槛较高。对模式3，工业互联网的发展需要建立起生态系统，如没有有效的线下服务对接，光靠线上供需撮合的模式难以做大，用户将流失到其他平台。

我国工业规模体量庞大，占GDP的比重超过40%，并且门类多、产品全，有着完善的工业基础和海量工业设备。对设备数量的测算，可按照行业未来3年增速、设备价值、维保及远程诊断需求等维度进行筛选，通过对细分行业进行梳理，可知我国潜在可物联接入的高价值设备存量超过3亿台，年均增量超过3 500万台，形成巨大的设备后市场，成为工业互联网最优切入点。

云平台模式分析如表4－19所示。

表4–19 云平台模式分析

序号	行业	年均增量（台）	市场存量（台）	设备价格评估（万元）
1	发动机组	22 549 500	180 000 000	60
2	暖通空调末端装置	10 000 000	95 000 000	30
3	工程机械	180 000	7 000 000	40
4	鼓风机	400 000	4 350 000	25
5	电梯、自动扶梯设备	260 000	3 300 000	20
6	船舶（柴油发电机组）	208 910	2 300 000	50
7	纺织机械	170 000	2 250 000	40
8	切割机床	300 000	2 160 000	20
9	暖通空调制冷主机	208 000	1 900 000	300
10	包装机械	120 000	1 500 000	10
11	起重机械	27 000	1 500 000	50
12	食品饮料机械	75 000	1 125 000	15
13	橡胶机械	61 000	1 037 000	8
14	印刷机械	51 000	1 020 000	9
15	造纸机械	60 000	750 000	25

资料来源：MIR睿工业，国投创新，工行投行研究中心。

序号	行业	年均增量（台）	市场存量（台）	设备价格评估（万元）
16	磨床	85 000	695 000	20
17	塑料机械	35 000	595 000	10
18	雕刻机	70 000	424 000	20
19	玻璃、陶瓷制品生产设备	42 000	420 000	8
20	汽车（环卫车）	50 080	400 000	80
21	输送设备	101 870	390 000	15
22	工业锅炉	36 570	310 000	30
23	农副食品加工设备	19 000	285 000	15
24	激光加工	40 000	245 000	30
25	机加工	25 000	236 000	20
26	制药机械	18 000	180 000	13
27	风电主机	15 000	112 000	300
28	矿山机械	23 000	110 000	20
29	称重设备	10 000	57 000	20
30	机器人机械手臂	13 000	52 000	30
31	汽车（消防车）	4 711	33 000	80
32	光伏发电设备	5 000	30 000	30
合计		35 263 641	309 766 000	

资料来源：MIR睿工业，国投创新，工行投行研究中心。

（五）为什么需要投资工业互联网

第一，工业设备互联、设备数据分析、数据增值服务是工业自动化时代的必然趋势。工业自动化进展迅速，随着自动化程度的加强，工业设备的PLC（可编程逻辑控制器）、总线技术、远程控制等不断进步，工业设备的互联具有了良好的基础。工业设备互联是工业自动化的必然趋势。

第二，国投创新在工业自动化、机器人、装备制造等领域投资了大量的企业，包括减速机、伺服电机、多关节机器人、农业机械等，实现了工业自动化领域核心环节的投资布局，投资工业互联网，可以更好地推动工业自动化向智能化递进，为国投创新在智能制造领域建立生态圈补充力量，从而推动行业发展。

另外，工业互联网是一个非常庞大的领域。首先，自动化、传感器以及各种测量设备的数字化还有进一步发展的空间，继续为工业互联网的不断渗透完善奠定基础。其次，工业互联网平台层面，也有一个不断融合、深入的过程要经历三个阶段。第一个阶段，各个从不同角度切入的工业互联网平台将在不同角度进行切入和深化，例如从设备全生命周期管理角度切入的树根互联将不断丰富各类设备各种控制器的接入，形成多行业多设备的接入平台；例如从C2M制造切入的海尔COSMO平台，将不断优化按需生产的智能制造平台；还有一些是从供应链物流平台切入智能制造，使得工业生产的上下游供应链通过工业互联网平台实现数据互通与效率提升。第二个阶段，各个平台之间将会不断融合，使得平台与平台之间实现数据连接。第三个阶段，数据不断丰富，数据价值不断提升，围绕工业数据的应用不断丰富，工业生产的智能化贯穿生产、物流、售后、设备管理等各个环节，并实现有效统一。国投创新投资树根互联只是投资工业互联网的一个开始，后续将在更多的环节挖掘工业互联网领域的优秀企业，例如工业大数据分析、智能制造系统设计与集成、工业软件与应用等。

五、国内工业互联网企业的投资实践与案例

（一）树根互联概述

树根互联是一家工业互联网服务提供商，面向工业企业客户，提供从硬件物联接入、工业PaaS平台、数据分析处理、行业SaaS应用到金融服务的完整解决方案，打通产业链，打造开放生态。树根互联于2016年6月在北京注册成立，2016年12月正式对外发布品牌，2017年2月入选工信部工业互联网样板案例。

树根互联聚焦10万元以上高价值工业生产设备，并拓展至多个行业。截至2017年已有30余万台设备接入公司云平台，涉及工程机械、农业机械、能源设备、纺织设备等多个行业。

树根互联构建了接入、计算、应用、创新的完整平台架构，从设备物联接入及后市场服务为切入口，打造开放的生态，为客户提供优质的工业互联网服务。树根不但为客户大大降低了设备物联接入的各种成本，更拓展了设备的使用场景：后服务市场、共享租赁、UBI保险（基于驾驶行为的保险）等全新的商业模式也应运而生，使企业在提升经营效率的同时，开拓更多元、更立体的商业生态。

在商业模式上，树根互联的服务主要有三大类：基础物联、应用增值及数据增值服务。

1.基础物联服务

服务说明：树根互联为客户提供高可靠性、低成本的物联模块及一体化的工业互联网应用解决方案。其以价值大于10万元的企业核心生产设备为目标市场，有针对性地进行商务开拓。

商业模式：按照机器复杂程度、数据采集量进行定价，同时也参考每台机器每年或每月的使用频次，一般为一台设备一年多少钱进行定价。典型的合作方式为，树根与客户签订3年合同，如中铁港航局

等，每年客户预付年费。树根的成本主要为运营商流量费及云计算资源费用。

产品规划：一次性实施收入，针对新进入的行业，树根与客户签订定制化的接入实施合同，同时外包开发SaaS软件；非三一设备的客户，收取物联硬件初装费及每年年费；三一内部的客户，收取每年年费。

实现案例：目前所有客户，如星邦重工、东风农机等。

2.应用增值服务

服务说明：树根平台通过实时采集的设备数据，可精确掌握设备运行状态，进而拓展行业应用。针对规模体量相对较小的客户，树根着力推广其从连接到SaaS应用的端到端的解决方案，做出标杆案例。如设备售后服务应用已开始推向市场，同时，树根也在继续开发如备件预测、产品质量提升等SaaS应用。

规模相对较大的企业客户，往往已具备一定的开发能力，树根会针对这类客户同步着力推进PaaS模式发展，将功能沉淀在平台。典型的洽谈中的客户如湘电、中车长江、石化盈科、玉柴、铁塔公司等大型公司。它们的特点是体量庞大，有自身的IT部门，甚至有内部信息科技公司。树根为其提供PaaS平台，由其做二次开发，迅速做大接入量。对已经成型的行业应用，树根也可直接将其拆包，迁移至根云平台。

商业模式：按照每个用户（账号）每年收取费用，或按照每台机器每年收取。

产品规划：售后服务SaaS，为设备厂商提供设备的售后监控管理服务；产品改进SaaS，为设备厂商提供设备子模块运营状态数据，从而改进设备生产设计；售后备件供应链优化SaaS，为设备厂商优化备件的地域布局，提高售后服务效率；资产管理SaaS，为设备购买方提

供设备监控管理服务；行业解决方案resell许可SaaS，将行业软件云化，向客户销售并收取提成。

实现案例：售后服务方面有帕尔菲格、星邦重工；研发质量服务方面有三一重工；行业SaaS方面有中盛光伏、大豪科技。

3.数据增值服务

服务说明：经数据模型动态分析，获得设备画像、相应物理工况及金融价值信息。通过调用工况API，可提供二手交易、共享租赁、设备维修的定价服务；通过调用金融API，为金融机构判断设备价值提供参考，可提高银行放贷效率及准确性、降低保险公司理赔成本。

商业模式：该模式需要调用多次数据，且遵循一机一策，树根按照调用模型的次数进行收费（每台设备或者每个模型）。树根未来会充分利用自身数据优势重点打造API Hub。未来可能将基础物联及应用增值服务均开源，仅依靠数据增值服务的API调用赚钱。

产品规划：保险开发服务，向保险公司收取设备险产品的开发费；保险调用服务，保险产品定价时向保险公司收取调用设备历史工况的API费用；融资租赁服务，向融资租赁公司收取利率定价时调用设备历史工况的API费用；供应链金融服务，在银行向零部件厂商贷款定价时，收取调用设备历史工况的API费用；共享租赁服务，类似滴滴及摩拜单车模式，按比例向设备租赁方收取费用；二手电商服务，按比例向二手设备购买方收取费用；延保定价服务，在主机厂对延长保修项目做决策时，收取调用设备历史工况的API费用。

实现案例：UBI保险：久隆保险；康富租赁。

（二）根云平台

1.工作原理

根云平台是树根互联PaaS的核心。数据从M2M（数据算法模型）转发至云平台后，数据可存放在高性能Redis缓存服务器上，对接微信、网站页面portal（基于Java技术的web组件）等应用发布的实时数据查询需求；也可通过Kafka（一个开源流处理平台）系统发送数据至数据中心，并根据不同需求，将数据落盘存储到不同类型的IaaS层数据库上：①如客户对成本敏感，可放到便宜的IaaS上；②如客户对性能要求高，可放到内存数据库上，响应更快；③可按照渠道商不同，将数据放到不同数据库，如思爱普的客户需要落盘至HANA数据库；④如客户需要用自身私有云，也可将数据落盘至相应私有服务器。目前根云平台的IaaS层较多采用腾讯云的服务。根云平台也可对工业大数据进行进一步的处理，建立设备模型，查询历史工况，提升大数据的可用性。

2. 树根优势

云平台和企业自身架设的数据库架构很不一样，需要适应异构性，提供端到端的服务。树根采取了公有云和私有云结合的混合架构，适应了需求的多样性，同时具备多云迁徙能力，不受某个云平台的限制。

树根着力于打造可复制的应用：后市场服务运营管理。该类应用通用性高，是工业企业普遍的痛点，也是制造业与服务业的接口。同时，树根还通过迁移本地应用至云端，提供多行业SaaS解决方案。

从具体功能角度，以工程机械设备为例，SaaS行业应用可实现：定位与轨迹追踪（电子围栏）、故障诊断（以服务订单串联）、报警管理（异常工况）、数据分析（开工率等）、设备资料管理（零配件维修）、解锁机管理、智能售后管理平台等多种功能。

3.技术路径

云用：资产管理，多维度管理接入设备，智能服务，设备全生命周期过程服务管理，物联监控，随时随地掌控设备状况。

（三）数据增值服务具体内容

1.工作原理

数据增值服务基于设备工况数据，与行业SaaS应用略有区别的地方在于其更侧重于与金融业务的结合，通过关联分析，为每一台设备画像，建立设备与金融服务价格之间的关系，分析其开工率、工作时长、零部件磨损程度、发动机性能，进而评估其剩余价值、UBI保费等。

2. 树根优势

树根已有落地的UBI保险案例。针对三一重工的典型设备挖掘机，树根可通过以往历史数据及算法精准预测每一台挖掘机未来一年的维修成本，并将其分入10档，建立工业设备征信系统：L1风险最低，未来一年的维修成本为1 000元以下；L10最高，未来一年的维修成本超过2万元。保险公司可据此进行有针对性的市场开拓，专注L1~L7的挖掘机设备市场，而增加L7以上等级的挖掘机保险费用或直接拒保。

该类产品有较高的开发壁垒，整个开发过程长达4个月。树根依托自身资源，有效撬动了四方面的专家共同研发：①设备商客户关系管理专家；②对保险业务熟悉的数据科学家；③保险公司精算团队；④懂机器本身运作的专家。

3. 技术路径

云像（机器画像）：智能生成设备标签，支持灵活自助管理与交互分析，可广泛应用于设备管理、用户行为、资源排布等场景。

云宝：基于工业设备的大数据信用与资产质量评级，客观、实时地解决信用、风险等金融痛点问题。

（四）安全机制

保证数据安全是企业选用互联网平台时考虑的最核心诉求。树根互联及三一集团在安全方面有多年的技术积累，搭建了多层次、端到端的安全防御体系，保障客户的数据安全。

设备端：树根的物联模块具备很强的安全性能，包括芯片硬件加密（TPM/TEE）、安全OS、终端安全插件、设备端软硬件防篡改等。设备在M2M平台的登录也需要有匹配的协议及云平台认证的账号密码，进一步保证安全。同时，树根已与奇虎360开展合作，在设备、主网关、业务网关之间控制数据的安全。

网络端：识别并过滤物联网协议和应用、百万并发连接处理、无线网和固网加密传输协议、DDoS（分布式拒绝服务）攻击防护。

云端：设备的所有数据均存储于云端，树根的云端安全机制包括以下内容。云端安全运维中心、基于大数据安全态势感知、持续威胁检测、预警及实时协同防护。在验证机制方面，树根互联的数据服务需经过两层解析，动态密钥系统账号及密码，只有用户自己或得到授权的其他机构（包括树根），才可以查阅、修改相应数据，以保障用户信息安全。

（五）销售模式

目标行业方面，基于设备市场分析，并结合树根自身能力，树根互联未来主要针对机床、公用设施、新能源（风电、光伏）、专用车等行业进行客户拓展（见表4－20）。

已有合作客户：三一重工、帕尔菲格、大豪科技、东风农机、星邦重工、中铁港航局等。

地域方面，树根重点开拓10个省级经济及装备区域：江苏、浙江、上海、湖南、湖北、四川、广东、河北、山东、辽宁。另外，新疆也是重点关注区域，新疆虽不是制造大区，却是设备存量大区，农机、矿产设备多，并且又是在一带一路的核心位置。

另外，树根互联的团队及工作在中央部委及专业机构层面获得了大力支持。2016年2月，为加快工业互联网发展，在工信部的推动下，百余家来自工业、信息通信业、互联网等领域的企业及机构共同发起成立了工业互联网产业联盟，贺东东代表三一集团成为该联盟副理事长。2017年2月，工信部及中国信息通信研究院共同主办了“2017工业互联网峰会”，树根互联成为在该国家级峰会上发布的三大工业互联网样板企业之一。在标准制定方面，工信部及相关机构组织编写了《工业互联网标准体系框架版本1.0》《信息物理系统白皮书（2017）》等标准，树根互联均为其中的编写组成员。

工业互联网得到了各级政府的重视与大力推动。中央政府层面，工信部拟推动全国百万企业上云，考虑到安全问题，会通过政策限制国外云平台厂商的部分运作，时间达3年，树根将获得成长的窗口期。

地方政府层面，各地均开始推出吸引工业互联网企业的优惠政策。如在四川成都，政府计划与树根合作，3年内帮成都连接10万台设备，成都政府对每台连接的设备补贴500元给企业免费初装，从第2年开始对增值服务费（如设备物联年费）补贴40%，一家企业不超过每年20万元，补贴金额逐年降低。目前成都市场有300万台存量设备、每年有15万台增量设备。在湖南长沙，当地政府计划与树根合作，将连续4年对每台物联机器设备每年补贴450~500元。

表4–20 树根优先开拓行业及理由

序号	行业名称	存量设备（万台）	优先级排序及原因			
			云平台在该行业的现状	云平台的需求	云平台在该行业的未来发展	行业本身的发展现状
1	激光加工	25	有较多应用案例	需求较大	发展较快	已经进入各工业领域，发展较快
2	民用污水处理	–	应用较多，技术较为成熟	需求较大，需要托管服务	快速增长	发展较快
3	机加工	24	较大的 OEM 公司应用	已度过初级阶段，需求增多	逐步加速	发展较快
4	光伏发电设备	3	应用较多	需求较大	都需要进行监测及客户管理，发展较快	该行业受国家鼓励，发展较快
5	工业锅炉	31	有一些应用，包括 SI 自己研发和第三方软件	需求较大	应用逐渐增多	从高污染向环保方向转变，有一定增长
6	工业污水处理	–	应用较多，技术较为成熟	各个工艺段都需要监测，需求较大	国家对排放标准要求严格，行业增速相对较快	发展较快，处于上升阶段
7	发动机	18 000	起步较晚，发展不成熟	有一定的需求	呈现逐步发展趋势	行业巨大且有小幅的行业增长趋势
8	鼓风机	435	有一些应用，沈鼓和陕鼓处于主导地位	应用于各个项目，需求较大	发展较快	发展较快
9	切割机床	216	有一些应用，以大型企业为主	需求较大	应用会逐年增多	应用于较多行业，有一定增长
10	风电主机	11	大型风机主机公司都有自己的云平台，较难进入	需求较大	发展平稳	属于新能源和国家鼓励发展的行业，有一定的发展空间
11	雕刻机	42	应用较少，有一定发展空间	有一定的需求	呈现逐步发展趋势	稳定发展
12	造纸机械	75	刚刚兴起，应用较少	有一定的需求	有一定发展潜力	微幅增长趋势，且逐步向环保用纸发展
13	磨床	70	刚刚兴起，应用较少	需求较大，前景较好	呈现逐步发展趋势	稳定发展
14	纺织机械	225	应用较多，主要应用于印染工艺	有一定的需求	发展平稳	生产过剩，行业的形势不好
15	称重设备	6	逐渐兴起，市场潜力较大	有一定需求，用于监测和分析	平稳发展	微幅增长
16	船舶（柴油发电机组）	230	属于新兴事物，应用较少	有一定的需求	未来云平台会逐步增加	行业有小幅增长
17	汽车（环卫车）	40	普及范围有限	有一定的需求	云平台上会持续进行普及	该行业未来发展较快
18	汽车（消防车）	3	起步晚，目前尚未有云平台	有一定的需求，方便监控作业情况	逐步开始研发云服务	行业本身发展与政府有关
19	暖通空调制冷主机	190	有较多的云平台应用	由于较大的 OEM 实力较强，第三方不易进入	各家厂商都需要自家的云监控平台，发展较快	该行业竞争比较激烈，未来微幅增长
20	机器人机械手臂	5	属于新兴市场，有应用案例	需求较小	发展平稳	政策鼓励，发展较快
21	变电站	–	竞争者实力和技术性较强	有一定的需求	发展平稳	以传统变电站为主，未来平稳发展
22	暖通空调末端装置	9 500	不会单独用在末端装置上，会应用于整个空调系统当中	需求较小	发展的程度有限	行业增长速度较慢
23	输送设备	39	单独应用较少，多是应用在整个项目中	需求量较小	发展较慢	稳定发展

资料来源：公司提供，项目组整理。

（六）投资团队观点

工业互联网地位重要、市场巨大，投资树根互联可抢占市场，具有战略意义。工业互联网内涵广泛，是制造业竞争的制高点。中国工业互联网预计在未来5年时间内能保持25%的年均复合增长率，2020年达到4 500亿元的规模。我国制造业企业超30万家，其中97.4%是中小制造企业，有降本增效减人的客观诉求。同时，市场有超过3亿台工厂设备存量规模，对设备互联服务有旺盛的需求。树根专注于连接高价值工业设备，已形成一定行业影响力和先发优势，投资树根可有效占领这一战略性行业。

售后服务模式是工业互联网最佳切入路径，具有多层次变现能力。树根通过设备底层硬件接入，切入设备后服务市场，有效连接相关的人和物，串联起设备制造商、设备使用方、运维服务商、金融机构及政府的联系，积累各方数据，并通过各种场景下数据API的调用多次变现，例如可基于设备工况，向设备厂商提供售后服务协助，向设备维护商提供备品备件调度协助服务，向设备使用方提供资产管理服务，向保险、银行、租赁等金融机构提供数据调用定价服务等。抓住售后服务这一市场入口，树根互联可与各方合作伙伴进行服务深度定制、利益分成。

树根互联平台经过三一重工20万台设备验证，公司储备了技术能力，可快速复制到其他垂直行业。树根基于三一重工9年的设备物联经验，是国内唯一一家经过20万台设备验证的工业互联网平台，积累了平台搭建及大数据分析的经验。初创平台公司缺乏同时运行的大量设备，难以具备同样的技术能力。同时，三一旗下跨行业产品品类繁多，公司具备拓展不同行业设备的物联经验，可做到对其他垂直行业的快速复制。

树根为客户提供端到端的全价值链服务，并着力打造工业级PaaS，与SaaS级产品差异化发展。树根平台采用混合云架构，在连

接、计算、服务、创新各层面上，层层开放，打造工业生态，同时具备成本低廉、计算安全可靠的特点。

树根发力金融端，依托三一旗下资源，形成独特优势。三一旗下拥有银行、保险、租赁、投资等一系列金融机构，有利于树根调动人才，降低沟通成本，迅速开发并验证金融产品。

第五节
摩尔定律将失效，半导体应用市场广阔

一、先进制程及应用驱动成为技术发展动力

（一）半导体技术的变革与演进

简单来说，半导体技术的演进可以用两条坐标轴来表示：纵轴表示逐年缩小的半导体制造工艺节点，即Moore’s Law（摩尔定律）；而横轴则表示在同一工艺节点下，针对不同的市场应用开发出种类繁多的特殊工艺，即More than Moore（新摩尔定律）。

1.摩尔定律：向先进工艺节点的演进

摩尔定律是由英特尔创始人之一戈登·摩尔（Gordon Moore）提出来的。其内容为：当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目，每隔18~24个月就会增加一倍，性能也将提升一倍。换言之，每一美元所能买到的电脑性能，每隔18~24个月就会增加一倍。总面积不变，单位面积的晶体管数量增加一倍，是个什么概念？是说每两年晶体管面积要缩小一半，尺寸缩小约0.7。看一下半导体工艺主流节点路线：1μm、0.7μm、0.5μm、0.35μm、0.25μm、0.18μm、130nm、90nm、65nm、45nm、32nm、22nm、14nm、10nm、7nm、5nm、3nm，可以发现大约就是个0.7为比的等比数列。但是各个厂家真正的工艺节点发展和规划不一定是完全一致的，有时候芯片厂商为了确保实现制造工艺的平稳过渡，会生产“半节点”产品，等到技术成熟以后再真正进入新的工艺节点。所以，除了130nm、90nm、65nm、45nm等节点的工艺

技术，120nm、110nm、80nm、70nm等不符合0.7倍的工艺节点也是常见的。

集成电路技术发展节点如图4－33所示。

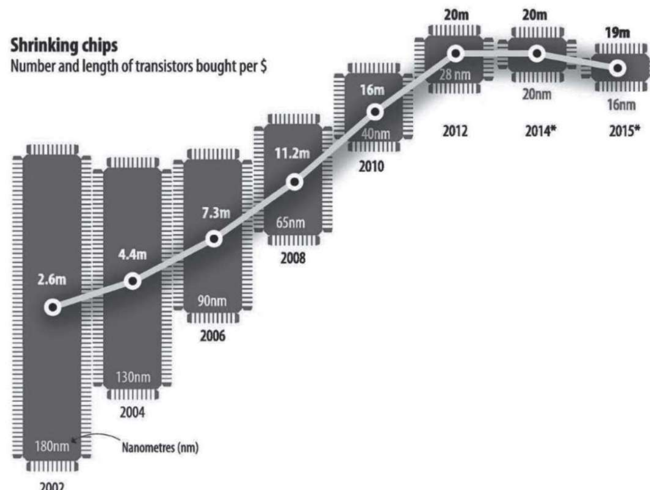


图4–33 集成电路技术发展节点

资料来源：与非网，工行投行研究中心。

从第一台巨型计算机到如今的人工智能阿尔法狗，人们对于计算机核心处理器性能的要求越来越高，这也迫使半导体工艺节点不断地演进。但是，由于半导体工艺主要依赖光刻技术，而光刻的分辨率是有极限的，这也意味着，当工艺节点进一步推进、尺寸进一步缩小时，也不得不思考未来加工工艺的发展方向和具体技术上的实现办法。现在，FinFET（鳍式场效应晶体管）、FD-SOI（全耗尽型绝缘层上硅）、EUV（极紫外光刻）等技术是业界比较认可的工艺发展方向。

2. 新摩尔定律：应用成为驱动

如果说摩尔定律是尺寸驱动的话，那么新摩尔定律就是应用为导向驱使的，侧重于功能的多样化。

集成电路产业一直延续摩尔定律而飞速发展，满足了同时期人们对计算、存储的渴望与需求。大众一提到芯片想到的就是CPU（中央处理器）、显卡、英特尔、英伟达、高通，但是这个世界不是仅有处理

器，比如手机芯片组系统，除了处理器外，还有很多其他部分的功能模块，如电源管理、射频、传感器等。对于射频、模拟以及混合信号模块，先进制程并不能带来明显的集成度提高和性能改善。模拟电路的版图设计必须考虑串扰的问题，往往是手工设计版图，先进制程下的集成度改进并非立竿见影。

通常对于制造厂商来说，都是以摩尔定律的逻辑制程为基础工艺来扩展各种工艺平台的，以适应各种不同产品设计的需求。比如为了增加穿戴式装置续航能力的超低功耗工艺，又比如能实现无线充电需要的射频工艺。产品要求越高，通常构成器件的种类也越多，整体制造难度也越大。至今BCD（二进码十进数）还是停留在0.18μm和0.15μm节点，仍未转向0.13μm。

而新摩尔定律可以让许多公司找到一块细分领域，深耕细作，发展自己。

（二）全球半导体行业结构

2017年全球半导体市场的地区及产品的销售额，如表4－21所示。

表4–21 全球半导体地区及产品销售额

地区 / 产品	销售额（百万美元）			同比增长率（%）		
	2016	2017	2018（预）	2016	2017	2018（预）
美洲	65 537	88 494	100 853	–4.7	35.0	14.0
欧洲	32 707	38 311	43 430	–4.5	17.1	13.4
日本	32 292	36 595	39 753	3.8	13.3	8.6
亚太及其他	208 395	248 821	279 375	3.6	19.4	12.3
地区合计	338 931	412 221	463 412	1.1	21.6	12.4
分立器件	19 418	21 651	23 610	4.3	11.5	9.0
光电子	31 994	34 813	35 986	–3.8	8.8	3.4
传感器	10 821	12 571	13 306	22.7	16.2	5.9
集成电路	276 698	343 186	390 509	0.8	24.0	13.8
模拟电路	47 848	53 070	58 095	5.8	10.9	9.5
微处理器	60 585	63 934	66 152	–1.2	5.5	3.5
逻辑电路	91 498	102 208	109 476	0.8	11.7	7.1
存储器	76 767	123 974	156 786	–0.6	61.5	26.5
产品合计	338 931	412 221	463 412	1.1	21.6	12.4

资料来源：WSTS（世界半导体贸易统计协会）。

1.亚太成为全球半导体主要市场

2017年，全球半导体市场销售额为4 122.21亿美元，同比增长21.6%，创下历史新高。

其中，北美（美国）地区市场销售额为884.94亿美元，同比增长35.0%，居全球首位，占到全球市场份额的21.4%；欧洲地区销售额为

383.11亿美元，同比增长17.1%，占到全球市场总值的9.3%；日本市场销售额为365.95亿美元，同比增长13.3%，占到全球市场总值的8.9%；亚太及其他地区销售额为2 488.21亿美元，同比增长19.4%，占到全球市场总值的60.4%；可以发现，2017年全球半导体市场主要在亚太地区，再加上日本，占有近70%的份额。

2.集成电路是全球半导体行业的主要产品

在2017年全球半导体产品构成中，分立器件市场销售额为216.51亿美元，同比增长11.5%，占到全球半导体市场总值的5.3%，其中功率器件等起到较大的推动作用。光电子器件市场销售额为348.13亿美元，同比增长8.8%，占到全球半导体市场总值的8.4%。传感器市场销售额为125.71亿美元，同比增长16.2%，占到全球半导体市场总值的3.0%，其中MEMS（微机电系统）、射频器件、汽车电子、AI等起到决定性作用；集成电路产品市场销售额为3431.86亿美元，同比增长24.0%，占到全球半导体市场总值的83.3%的份额。

而2017年全球集成电路产品3 431.86亿美元的销售额中，模拟电路产品市场销售额为530.70亿美元，同比增长10.9%，占到全球半导体市场总值的12.9%。微处理器产品市场销售额为639.34亿美元，同比增长5.5%，占到全球半导体市场总值的15.5%。逻辑电路产品市场销售额为1 022.08亿美元，同比增长11.7%，占到全球半导体市场总值的24.8%。存储器电路产品市场销售额为1 239.74亿美元，同比增长61.5%，占到全球半导体市场总值的30.1%。

2017年全球集成电路产品销售大幅增长，主要受益于DRAM（动态随机存取存储器）和NAND Flash存储器从2016年下半年起缺货，并引发DRAM和NAND Flash涨价。据IC Insights（研究集成电路的一家调研机构）报道，DRAM的2017年平均售价（ASP）同比上涨77%，销售总值达720亿美元，同比增长74%；NAND Flash的2017年平均售价（ASP）同比上涨38%，销售总额达498亿美元，同比增长44%，导致全球存储器总体市场增长58%。

二、应用领域成为半导体独角兽企业的发展机会

（一）中美成为全球独角兽双巨头

CB Insights（美国一家调研机构）报告称，截至2018年3月18日，全球独角兽俱乐部共有236家企业，总市值达到8 132亿美元，其中有116家独角兽企业位于美国，占到全球独角兽企业总数的49% ，中国以64家独角兽企业紧随其后。排名第三、第四的英国、印度独角兽企业数量分别为13家、10家，与中美两国差距较大。独角兽企业方面，全球已然形成了中美双巨头的局面（由于全球对独角兽企业的标准并不统一，可能导致在数字上存在一些差异。2016年我国科技部公布的独角兽名单就已经高达131家）。

（二）差距意味着发展空间

对比中美独角兽的行业分布，可以发现中国在电子商务、教育、硬件、即时需求等行业的独角兽数量要多于美国。这主要得益于中国互联网公司在互联网科技高速发展的时代下强势崛起，尤其是BAT三巨头，它们推动了整个行业的发展，这些行业聚集了众多的独角兽企业。这些企业的生存之道则是利用互联网等新兴科技手段，以更有效率的方式挖掘用户不断升级的消费需求，并满足这些需求。

在与半导体产业相关的行业中，中国独角兽企业则十分稀缺。而美国很多独角兽企业分布在与半导体行业息息相关的领域。在以技术创新为主的软件服务、人工智能、大数据、云计算以及医疗保健等领域，美国独角兽企业数量都远超中国。

中国半导体产业缺少独角兽企业，主要的原因有以下几点。

首先，半导体企业的投资金额较大，投资回报周期较长，不太受到资本的青睐，缺少资本去推动产业发展。

其次，中国半导体企业的技术实力与世界领先企业之间仍存在巨大的差距。根据全球半导体产业和中国半导体产业前十名销售的统计，中国的销售额只占全球的1/10，差距巨大（见表4－22，表4－23）。

表4–22 2016年全球集成电路前十大厂商销售收入

排名	厂商	总部所在地	营收（百万美元）
1	英特尔	美国	56 313
2	三星	韩国	43 535
3	台积电	中国台湾	29 343
4	高通	美国	15 436
5	博通	新加坡	15 332
6	SK 海力士	韩国	14 234
7	美光	美国	12 842
8	德州仪器	美国	12 349
9	东芝	日本	10 922
10	恩智浦	欧洲	9 498
	合计	—	219 804

资料来源：IC insights，工行投行研究中心。

表4–23 2016年中国集成电路前十大厂商销售收入

排名	厂商	2016 年营收（亿元）	折合百万美元
1	深圳海思半导体有限公司	303.0	4 391.3
2	中芯国际	202.2	2 930.4
3	江苏新潮科技集团有限公司	193.0	2 797.1
4	南通华达微电子集团有限公司	135.7	1 966.7
5	清华紫光展锐	125.0	1 811.6
6	天水华天电子集团	66.6	965.2
7	华润微电子有限公司	56.7	821.7
8	深圳市中兴微电子技术有限公司	56.0	811.6
9	上海华虹宏力半导体制造有限公司	50.2	727.5
10	华大半导体有限公司	47.6	689.9
合计		1 236.0	1 7913.0

资料来源：IC insights，工行投行研究中心。

最后，中国在技术引进方面受欧美等国家的限制。中国在半导体产业的实力与欧洲国家及美、日、韩等国存在差距，但近几年由于中国政府的大力支持，中国半导体产业实现了飞速的发展。而欧美等国家限制尖端半导体设备对中国出口，对于中国企业收购海外半导体业务在审批上也趋紧，成为中国半导体产业前进步伐的拖累。

但是差距同样意味着广大的发展空间，中国发展集成电路产业应逐步完成技术积累、人才积累，进行持续的资本投入，利用巨大的市场空间，把握中国半导体产业发展的节奏。

（三）应用领域成为半导体独角兽企业的发展机会

1.汽车电子方向

随着云计算、物联网、人工智能等高新技术的不断发展成熟，智能汽车发展趋势更加清晰，落地步伐持续加快。在全球，已有超过20

家企业涉足智能汽车，汽车智能化已是大势所趋。智能汽车市场规模持续扩大，也逐渐扩大了汽车电子器件在汽车产业中的应用。

汽车电子市场整体呈现稳步上升趋势，汽车电子与汽车产销规模密切相关，中国未来5年内，市场将以10.6%的速度增长，增速超过全球（见图4－34）。



图4–34 汽车电子市场规模

资料来源：工行投行研究中心。

汽车电子主要包括以下几个重要组成部分：①以摄像头、雷达、定位仪等传感器组成的感知系统；②以智能算法、软件和处理器为主的控制系统；③以加速器、制动装置、稳定系统等组成的执行系统；④以通信网络、通信终端和通信服务组成的车联网平台。

近年来与车辆主动安全系统相关的产品呈现飞速增长，其中的高度成长性产品有安全制动系统、车道偏离警示系统、转向头灯照明系

统、辅助驾驶系统等。汽车安全系统和产品的技术趋势是环保化及轻量化，这就要求减少部件的数量和重量，采取轻量化的材料。

车载娱乐信息系统是推动未来汽车电子数字化发展的重要产品，它可以为客户提供更好的驾车体验，更方便的导航服务，更高的驾车效率，使汽车不再只是一个节点，而是一个支持多个设备连接的网络。但同时也要求车载娱乐信息系统的软件提出了更高要求，要求这些软件性能高、开发成本低并且能够快速满足客户要求。

与汽车产业密切相关的GPS导航产品在这场洗牌中也将扮演重要角色，既成为汽车产业兴盛的“受益者”，也成为加速智能汽车产业发展的“助力者”。数据显示，配置GPS导航产品的车型也成为汽车销售中增长最快的一部分。

2.人工智能方向

2017年3月，国务院发布的《新一代人工智能发展规划》，提出了“三步走”的战略目标：2020年，人工智能核心产业规模超过1 500亿元，带动相关产业规模超过1万亿元。2025年，人工智能核心产业规模超过4 000亿元，带动相关产业规模超过5万亿元。2030年，人工智能核心产业规模超过1万亿元，带动相关产业规模超过10万亿元。

潜在的巨大市场规模将吸引更多的企业进入人工智能产业链，它们将主要聚集在人工智能的三个层级：基础层、技术层、应用层（见图4－35）。



图4–35 人工智能产业链

资料来源：工行投行研究中心。

基础层包括数据和计算能力。传感器、数据服务公司、云计算为人工智能提供了最底层的数据，芯片公司则提供性能强大的芯片来处理庞大的数据。

技术层是指人工智能的核心，可以分为通用技术和特定领域技术。比如深度学习，让机器具备学习能力，这种算法可以在任何行业应用；而特定领域的技术则包括人脸识别、语音识别等。

应用层是指人工智能的终端产品。人工智能也可以跟众多行业结合，跟汽车行业结合会成为自动驾驶、辅助驾驶；跟金融行业结合，会成为智能投资顾问、智能反欺诈专家；跟物联网、智能硬件结合，会出现机器智能、虚拟现实、增强现实；跟机器人结合，会出现服务机器人、智能扫地机器人等。

目前，中国的人工智能研究处于爆发期，行业巨头公司正逐渐完善自身在人工智能的产业链布局，而不断涌现出的创业公司将持续在垂直领域深耕。从目前来看，计算机视觉技术是人工智能的核心技术之一，广泛的商业化渠道和技术基础使其成为热门。未来，“人工智能+”有望成为新业态，人工智能产业将成为独角兽集中地。

3.工业机器人方向

我国制造业的自动化程度远不如发达国家，自动化水平也比较低。2014年我国每百万产业工人所拥有的工业机器人数量仅为36台，低于全球平均水平的66台，更远远落后于发达国家，使我国机器人市场具有巨大的增长空间。近年来，我国处于制造业升级的窗口期，智能化改造需求空间巨大且增长迅速，工业机器人迎来重要发展机遇期。我国国产工业机器人及核心零部件的销售快速增长，技术逐步实现突破，进口替代已成为趋势。

2016年，我国工业机器人销量达到8.7万台，同比增长约27%。国际机器人联合会预测，到2020年我国工业机器人销量将达到21万台，

2017—2020年复合增速约为22%，说明中国对工业机器人的需求处于快速上升期（见图4－36）。



图4–36 国内工业机器人销量

资料来源：工行投行研究中心。

一个国家的工业机器人需求量与该国制造业的体量大小有关系。根据前瞻网统计，2016年我国工业机器人保有量约30万台。如果到2025年，我国制造业中工业机器人的密度想要达到韩国的水平，则届时我国工业机器人的保有量应达到280万台，缺口高达250万台。

4.消费类电子方向

随着5G时代的到来，消费电子行业将迎来第二轮创新，5G应用升级将成为电子行业新二轮创新的核心动力。

2015年，全球移动终端射频器件市场规模约为110亿美元（见图4－37）。根据预测，移动终端的射频前端模块2015—2020年的复合增速在13%以上，到2020年市场规模将超过180亿美元。根据中国移动此

前透露5G建设时间表，到2020年能够实现商用产品规模部署，预测5G牌照于2019年底至2020年初发放，按照4G渗透率增速，2022年5G用户渗透率有望达到60%左右。

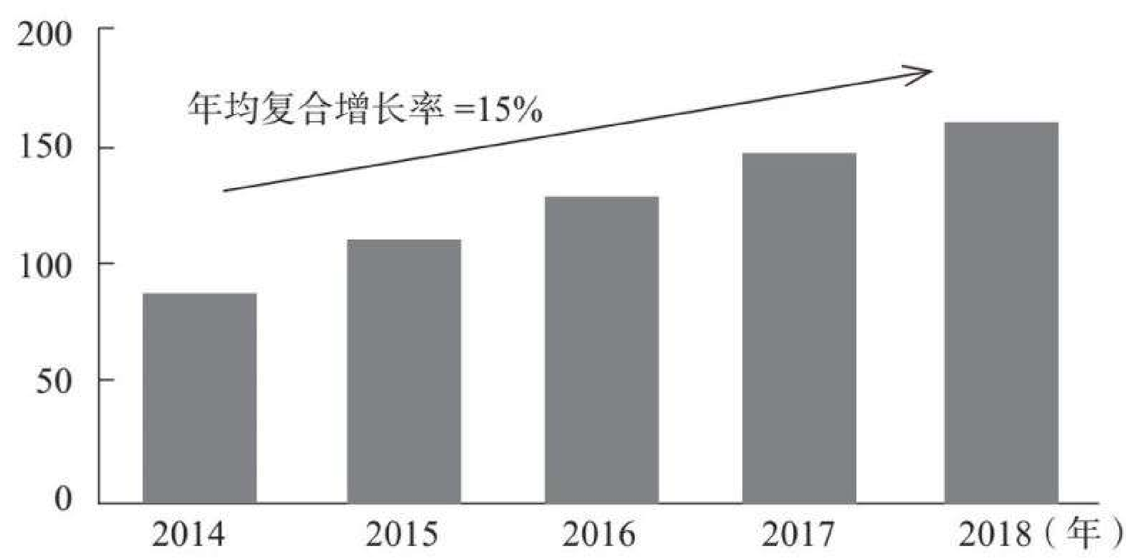


图4–37 2014—2018年全球移动终端射频器件市场规模（亿美元）

资料来源：工行投行研究中心。

5G时代手机不仅要加入对5G频段的支持，同时还必须能够向下兼容前代通信技术及Wi-Fi（无线局域网）、蓝牙、NFC（近距离无线通信技术）等近距离通信波段。5G时代无线频段数量必然进一步增加，需要的滤波器、功率放大器的数量也必然增多。以滤波器为例，早期2G手机需要16个滤波器，3G手机需要19个，到4G时代增加到45个，而5G的需求量有望增加到67个（见图4－38）。

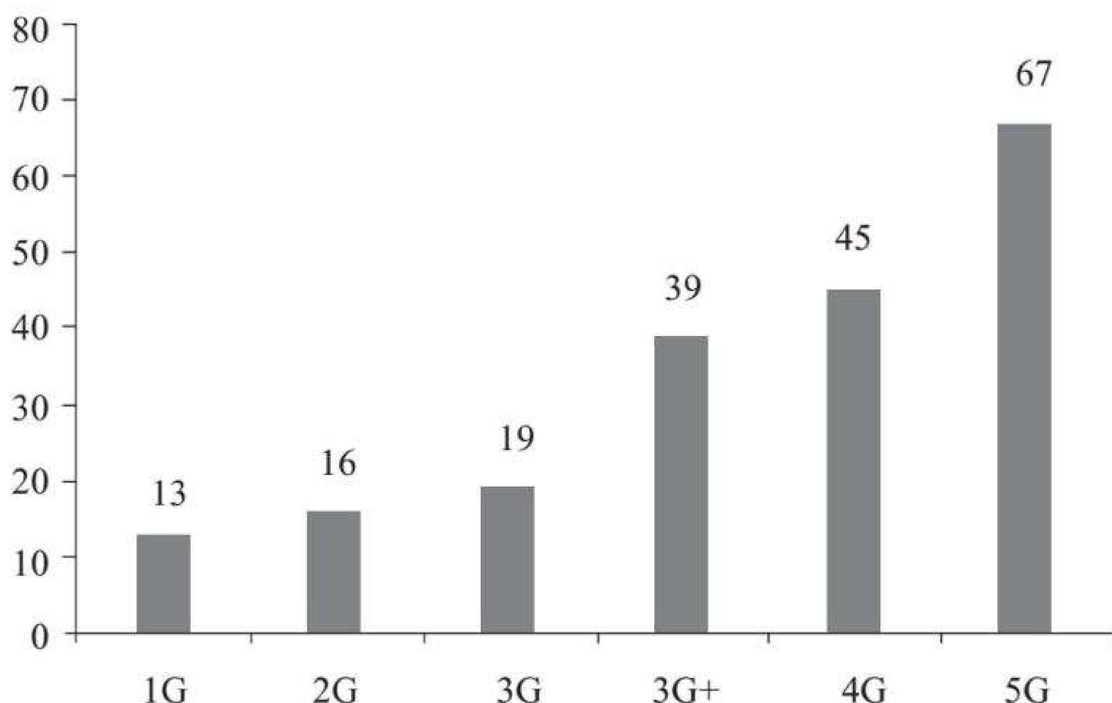


图4–38 手机滤波器数量

资料来源：工行投行研究中心。

功率放大器的数量同样会增长，4G时代多模多频手机所需的功放芯片为5~7颗，Strategy Analytics（美国一家数据分析公司）预测，5G时代功率放大器数量或多达16颗，从而推动射频元器件市场保持快速增长态势。

在硬件上，基于5G通信的硬件将带来手机零组件的升级，例如天线、射频器件、外观、高端显示、无线充电等领域将会为适应匹配5G通信技术要求而升级（见图4－39）。

5G ecosystem

(Source: 5G's impact on the RF front-end industry report, Yole Développement, October 2017)



图4–39 5G生态系统

资料来源：YOLE，工行投行研究中心。

5.设备材料方向

2017年，全球半导体设备市场规模达到494.2亿美元，同比增长19.86%，超越历史高点。2018年有望达到532.1亿美元的规模，再创新高（见图4－40）。全球前十大半导体设备厂商的市场占有率超过90%，处于寡头垄断局面。



图4–40 全球半导体设备市场规模

资料来源：SEMI，工行投行研究中心。

预计国内对集成电路行业的投资将继续维持在高位，未来对半导体设备、封装测试设备的需求将持续增加。SEMI发布2018年全球半导体设备市场预测报告，2017年前端设备市场同比增长41%，2018年更是上调到630亿美元（见图4－41）。从区域分布来看，设备支出的大幅增长动力来自中国大陆和韩国。

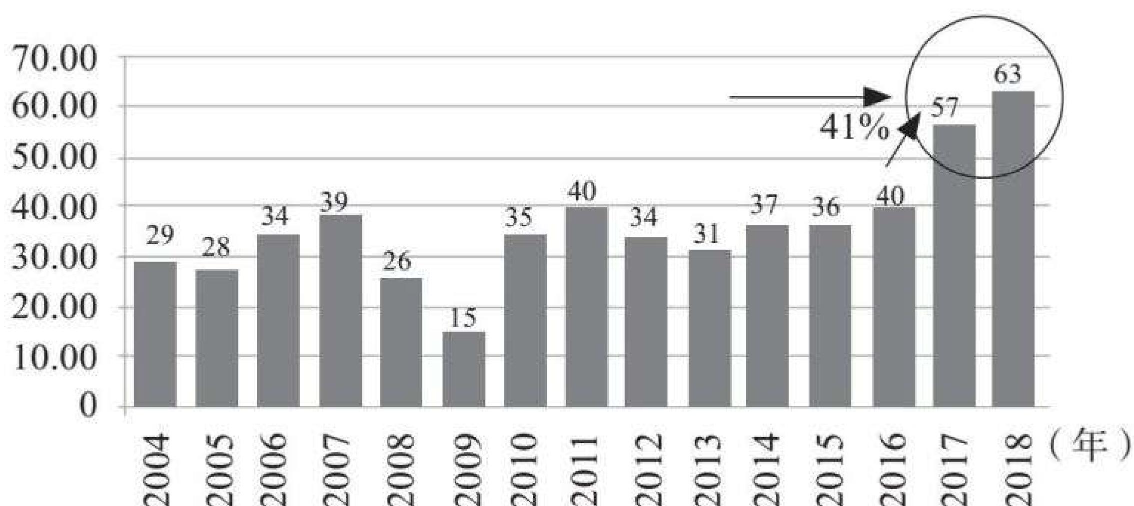


图4–41 全球前道设备支出（单位：10亿美元）

资料来源：SEMI，工行投行研究中心。

从需求端来看，半导体设备集中在2018年增长的驱动因素来自五个方面。

第一个驱动因素是10nm/7nm节点周期元年的到来。根据应用材料公司法说会(注)披露观点，2017—2018年是10nm/7nm节点的代工厂投资大年。2017年先进制程节点投资中，20nm/28nm/40nm投资占40%，10nm/7nm会占55%，剩下的5%是14nm/16nm。因此2017年是主流代工厂进入10nm/7nm节点周期的元年。以智能手机为代表的移动终端、4K视频以及需要大规模计算的应用（人工智能和智能汽车）不断提升技术水平和性能指标，推动代工企业采用先进制程技术以满足下游的应用需求。

第二个驱动因素是3D NAND产品。数据显示，2016年NAND（一种数字逻辑电路）的需求增长达到45%，2017年保持相近的增速，并且未来将继续保持稳定增长。3D NAND的产业需求机会让设备厂商受益。

第三个驱动因素是多重曝光。摩尔定律的演进，芯片每一层（layer）（web弹层组件）的尺寸都在缩小，有些layer将进入EUV，有些将使用多重Patterning（图形化技术）。这也意味着即使是最激

进的EUV应用案例，Patterning仍然有很大的发展机会。多重曝光是有重要增长的市场机会，2016年Patterning的营收增长超过了60%，而且仍将有空间继续成长。

第四个驱动因素是高端显示。首先，60英寸及以上的大尺寸电视快速增长，驱动了新的10.5代线的产能。全球主要设备供应商AMAT目前跟进有7条10.5代线的项目。其次，OLED（有机发光二极管）设备需求还在持续增长，并将在今后几年延续。

第五个驱动因素是中国产线投资。中国处于半导体和显示屏这两个领域长期增长的重要机遇期。根据中国的新增项目统计，全球主要设备供应商AMAT认为2018年投资会有增长。

由于以上五个驱动因素，未来半导体设备方向容易出现高销售额、高估值的独角兽企业。

以一条15亿美元的产线为例，其中10亿美元用于设备支出，主要的设备包括以下几种：①光刻机，最高端的ASML光刻机售价高达1亿美元，整条产线根据产能大小只需要几台光刻机即可；②等离子刻蚀机，一条产线需要30~50台，单台价格在200万~250万美元；③CVD设备，一个晶圆厂至少需要30台，单台价格200万~300万美元；④检测设备，最贵的美国检测机单价约为100万~120万美元，其中前道工序需要50台，而后道工序则需要上百台。

目前，国内半导体设备国产化率低，但前景乐观。国内35家半导体设备企业，2017年设备销售额达到76亿元（相较于2016年的57.33亿元，增长33%），国产化率达16%，仍有较大提升空间。持续的产能转移不仅将带动国内集成电路整体产业规模和技术水平的提高，也将为装备制造业提供巨大的市场空间。

材料和零部件作为半导体产业链的重要一环，在整个产业发展中发挥着重要的基础性支撑作用。2016年，中国半导体材料企业销售收入达到256亿元。预计2018年后，中国将成为全球第三大市场，潜力巨

大。到2020年，我国半导体材料产业规模化、集聚化发展态势将基本形成，同时也将建成较为完善的新材料标准体系，形成一批具有国际影响力的新材料公司。到2021年，国内半导体材料市场规模将突破1 200亿元，其中300mm（毫米）产能的材料市场将超过70%，小于20nm工艺的材料市场将超过30%。本地材料市场占有率将超过50%，部分材料将进入国际材料采购体系。

总体来说，目前我国半导体企业自身体量不大，不论是在制造、设计、封测领域，国内都缺少半导体独角兽企业，但仍存在一批可能成为市值较大、发展较快的潜力半导体企业：在消费类及汽车电子领域有展锐科技、澜起科技、芯成半导体、豪威科技、安世半导体、奥比中光等；在人工智能方面有旷视科技、寒武纪、云知声、商汤科技、依图科技等；在封测领域有晶方科技等；在制造和设备方向包括中微半导体、上微半导体、华力微电子等；在半导体材料方向包括硅产业集团、安集微电子。

三、半导体典型案例和实践

案例1．HH科技

HH科技（经营主体为美国HH）在全球图像传感器芯片产业领域具有突出的核心竞争力，掌握目前图像传感器芯片产业的核心技术，是全球领先的CMOS（互补金属氧化物半导体）图像传感器（CIS）芯片厂商，2015年占全球市场份额12.1%，排在索尼、三星之后，位列第三。

原始运营主体美国HH成立于1995年，专业开发高度集成CMOS影像技术，总部位于美国加利福尼亚州桑尼威尔。2000年7月在纳斯达克上市。HH的创始人是经验丰富的工业专家，主要创始人多半出身于摩托罗拉，精通微处理器、微控制器、特殊功能逻辑，具有丰富的模拟电路、数/模混合电路设计经验。HH科技是典型的中国资本出海并购美国

成熟上市高科技公司的案例，HC投资、ZX资本和JS投资组成的财团于2016年完成对美国HH的收购。根据最终收购协议条款，总计收购费在19亿美元左右。这是中国资本出海收购的成功案例。

摄像头芯片方向是最大的传感器需求方向，目前每年的市场容量在110亿美元左右。在图像传感芯片领域，CIS芯片相比CCD芯片具有低成本、低功耗、体积小等优势，在消费电子市场占据重要地位。此外在娱乐设备、安防监控、汽车摄像、医疗影像等领域也有应用，市场增速明显。来自市场研究机构Yole Development的数据显示，2015—2021年CIS产业年复合增长率为10.4%，市场规模增量达80多亿美元。从全球市场分析来看，平板、监控、可穿戴、汽车摄像头市场仍处于高速增长阶段，3D、体感往智能设备的渗透带来大量新增需求，像素的持续升级、光学防抖（OIS）的普及、3D在手机终端的应用、光学变焦（ZOOMOptical）的渗透，都将带动摄像头市场以及摄像头感应芯片的快速成长。未来在3D摄像、智能家居、无人机、机器人、AR/VR（增强现实技术/虚拟现实技术）、汽车ADAS（高级驾驶辅助系统）等领域，CIS产品仍有广阔新增市场应用空间。随着大视频时代、监控安防、机器视觉、消费双摄等驱动力的发展，整个CIS方向将进一步爆发，2020年有望达到152亿美元。

HH科技产品系列齐全，主要面向中高端领域，其中HH的CIS芯片在国内多个手机品牌中均有应用。主要产品包括：CMOS图像传感器产品，硅基液晶投影显示芯片LCOS（Liquid Crystal on Silicon），CameraCubeChip产品，其他特定用途集成电路产品Omni－ISP、IP Cores。最重要的产品线为CMOS图像传感芯片，广泛应用于消费级和工业级应用市场，具体包括智能手机、笔记本、平板电脑、网络摄像头、安全监控、娱乐设备、数码相机、摄像机、汽车和医疗成像系统等领域。2015年实现出货量达8.72亿颗，在全球市场占有率为12%。

HH科技尽管是fabless（无工厂芯片供应商）的运营模式，但实际上企业运作非常偏向于IDM（整合元件制造商）。HH科技在发展中得到

了台积电的大力支持，与Foundry（代工厂）构成了合作伙伴，同时掌握了关键的工艺技术，可以扩展到PTI（美国一家多肽合成仪生产厂家）和华力两家做二次资源。未来HH科技还会进入新的产品方向，如AI和3D的结合，以3D技术替代现在的BSI（背照式感光结构）、FSI（前照式感光结构）技术，这在未来可能是重要趋势，如全局快门、高清晰度、高感度、图形变形修正技术（避免在高速中图形变形）。

HH科技的产品线非常符合工业4.0的发展趋势，其图像传感芯片将成为所有机器人、自动装置的眼睛，以机器视觉代替人工视觉，是人机交互、机机交互、工业数据交互的必需品。

案例2．YY公司

YY科技有限公司是专注于第四代PSTT－MRAM存储器技术研发和产品生产销售的有限责任公司，于2014年5月成立于上海嘉定。武岳峰资本作为初始设立投资人参与了企业的创办。中国芯片每年进口2 307亿美元，存储器占比30%，而内部供应能力基本为零，有将近700亿美元的国产化替代空间。YY科技就是专注磁性存储器方向（MRAM）的芯片设计和制造公司。

MRAM是指以磁电阻性质来存储数据的随机存储器，它采用磁化的方向不同所导致的磁电阻不同来记录0和1，只要外部磁场不改变，磁化的方向就不会变化。不像DRAM为了要保持数据需要电流不断刷新，MRAM不需要刷新的操作。从原理上来看，MRAM的读写次数近乎无限次，硬盘读取和写入速度接近静态存储器SRAM。同时，MRAM的存储元小，存储密度及容量上可以与DRAM相比。此外，穿隧式（STT－MRAM）磁电阻材料有半导体材料所不具有的电阻值高的特点，使得其组件的功耗低。

MRAM兼具非易失、高速度、高密度、低耗等各种优良特性，所以被认为是电子设备中的理想存储器。另外，MRAM由于以金属合金材料为主，因此抗辐射能力远较半导体材料强。与现有的静态存储器SRAM、动态存储器DRAM和快闪存储器Flash相比，MRAM性能都是非常优秀的。和现行主流记忆体DRAM相比，MRAM的记忆容量及写入速度可大幅提高10倍，且搭载MRAM的电子产品的耗电力可缩减1/3，即在充满一次电的情况下，可将智能手机的使用时间从现行的数十小时大幅延长至数百小时。

因为MRAM的优良性能和巨大前景，所以国际上一流的设计厂、制造厂都在结盟合作进行MRAM产品线的研发。

台积电－TDK联盟：获得TDK（硅谷公司）的MRAM授权，在28nm等多个先进节点全面覆盖，2018年下半年将量产包括IA（信息化家电）应用的多款产品。

三星－Grandis联盟：三星通过并购美国硅谷公司Grandis获得MRAM基础技术，并和IBM进行单向合作。已宣布2018年下半年为NXP量产基于28nm FDSOI的MCU。

GF－Everspin联盟：Everspin（飞思卡尔子公司）已量产256Mb第三代独立存储器，正在开发1Gb存储器。GF（Global Foundries，美国的一家公司）则将在2018年下半年量产22nm FD-SOI的嵌入式MRAM产品。

东芝－海力士联盟：瞄准独立式DRAM的市场替代机会，正在开发4Gb的独立存储器。

英特尔独立开发：已快速扩充了团队，瞄准大幅改进X86的计算性能。

第二阵营开始结盟：索尼－Avalanche联盟，瞄准CIS应用产品；UMC－Avalanche联盟，瞄准嵌入式应用产品。

YY科技具有第三代垂直磁电阻薄膜材料构建技术，即基于P－STT技术，结合电压控制的MRAM技术，规划中的产品系列包括standalone（脱机）和embeded（嵌入）两种不同结构。STT－MRAM（自旋力矩转移的MRAM）被广泛认为是即将取代传统半导体记忆芯片的颠覆性技术，在移动设备、数据中心、医疗设备、工业控制、互联网、航天航空有广泛应用。公司的入股公司T3Memory提供专利与技术，位于美国硅谷，研发第四代磁性随机存储芯片，实现高速、低功耗等性能。T3Memory团队是世界上仅有的两个有量产经验的团队之一。其核心人员为TDK公司前MRAM部门的创建人及核心团队成员（技术总监，副总裁等）。目前YY科技已经有30项第四代芯片美国发明专利申请。掌握MRAM第四代的智慧知识产权和关键技术，处于国际绝对领先地位。目前已经有高密度Array（Up to 9F2）光刻/硬膜刻蚀技术，且拥有完整的磁存储元阵列的MTJ刻蚀/TEV连通/BITLINE连通技术。

YY科技是典型的IDM企业（制造、设计一体化），拥有国际先进的12英寸磁控溅射、刻蚀设备，正在采购生产磁存储器所需要的其他必需设备，如光刻等。其合作伙伴包括东京电子、应用材料等。建设完成后，其将成为中国最大最先进的磁性存储器生产企业，代表了最先进的工业制造和半导体制造的发展方向。

武岳峰和中科院于2014年在上海设立了国内首家MRAM企业——YY科技。上海以确保国内第一、国际先进的目标来规划全市MRAM产业链的发展目标和策略。MRAM是上海以创新集群的力量填补存储器产业空白、强化半导体产业链的一次难得的机遇。

案例3．DD科技

DD科技于2006年在浙江嘉兴成立，最初DD的主要产品为手机设计IDH（独立的第三方设计室），2007年DD科技成为中国出货量最大的IDH公司。2008年，DD科技生产基地在嘉兴建成投产，开始从IDH转型成为ODM（原始设计制造商），把能力扩展到智能手机的委托设计和制

造服务。2012年，DD科技开始与小米合作研发红米系列；2013年开始与联想合作研发面向全球市场的多个机型系列；2014年深化与华为的合作，面向全球市场推出多款畅销机型系列，并与魅族合作研发魅蓝note系列；2015年开始为中国移动研发“和”品牌，开始与魅族合作研发魅蓝metal系列；2016年DD科技成为中国也是全球出货量最大的手机ODM公司。DD科技历经与ZJ股份的两次重组实现在A股市场上市。

DD科技的创立及壮大抓住了手机产业由IDH向ODM转型以及ODM向龙头集中两个大趋势。

IDH向ODM转型。随着手机市场的逐渐变化，小品牌客户以及白牌手机市场出货量急剧萎缩，IDH运营模式受到冲击，不再适应行业发展，开始向ODM模式转型。ODM运营模式的优势一方面表现为通过设计与生产的不断磨合，将有助于改善研发方案、提升生产效率、管控品质进而提升产品的竞争力，另一方面，ODM模式将研发、制造、供应链等一系列环节垂直整合，提供整机产品，有助于提升利润水平。

ODM向龙头集中。随着智能手机精品化战略成为趋势，品牌和机型数量不断下降。随着国内手机市场消费升级，互联网模式红利消失，市场竞争不断加剧，机海战术已经成为过去，更多品牌奉行精品化的战略，手机出货量日益向少数品牌和更少的机型集中。而优秀的国产品牌倾向选择具有竞争实力的ODM大厂，如DD和华勤等凭借核心客户与综合实力进一步获得订单，而中小型ODM公司缺少大客户订单，订单不稳定且利润率低，未来将有很多公司不得不退出，行业集中度有望继续提升。

除了抓住市场变化的机遇，DD科技经过在手机市场近10年的积累和打拼，建立和拥有了在研发、供应链、生产制造和资金积累各方面的领先优势，设立了很高的竞争门槛。在研发能力上，DD科技拥有强大的研发实力和快速的响应速度，以及对市场未来趋势准确的把握，能满足手机大品牌客户要求的项目研发周期要求。在供应链上，DD科技与主要供应商联系紧密，与高通、三星等大型上游供应商公司都有

深度合作关系，同时也扶持和帮助中小供应链企业成长，通过和供应链公司紧密合作，在采购价格和交付上获得了优先保障。在生产制造水平上，DD科技拥有自动化水平很高的生产工厂，持续为嘉兴智能制造中心投入大量资源进行智能化改造升级，保证了生产效率和产品质量。最后，通过这些核心能力的保证，DD科技获得了大品牌客户的认可，积累了优质客户资源。

DD科技对于自身长远的发展有明确的目标：①基于可持续发展的ODM行业，保持ODM行业领先，并继续做大做强。保持手机市场的研发、设计、生产优势；开拓笔记本电脑ODM蓝海，开发基于高通芯片的笔记本电脑，定义新的笔记本电脑概念：基于移动平台的超续航、低功耗轻薄笔记本；布局新领域：智能汽车、VR/AR等。②向半导体公司发展转型，通过外部收购进入高毛利的上游半导体产业，并购标的是细分行业的全球前三。

2018年1月，DD科技荣获嘉兴市南湖区示范企业“独角兽”奖。

---

1. 法说会是一种上市公司的会议形式，类似新闻发布会，解说公司发展形势，鼓励大家购买公司股票。——编者注

2. 1英寸=2.54厘米。——编者注

第六节
提质增效的利器：3D打印行业及投融资

一、增材制造市场增长迅速

（一）2021年行业产值或达108亿美元

增材制造又称3D打印，是以数字模型为基础，将材料逐层堆积制造出实体物品的新兴制造技术，实现了制造方式从等材、减材到增材的重大转变。近年来，全球增材制造产业增长趋势强劲，从1995年的3亿美元到2016年超过60亿美元，增长了19倍。2015年全球增材制造产业规模为51.3亿美元，2016年全球增材制造产业规模达到60.63亿美元，同比增长为18.2%，但是与2015年25.9%的增长率相比，2016年增速明显放缓（见图4－42）。全球3D打印行业权威研究机构Wohlers认为，增速下降主要是因为业内最大的两家企业（美国的3D Systems和以色列的Stratasys）发展状况不佳。Wohlers预计从2017—2021年，全球3D打印产值将呈现逐年上升趋势，随着产业链的不断完善和个性化需求的激增，预计2021年，全球3D打印产值将超过108亿美元（见图4－43）。

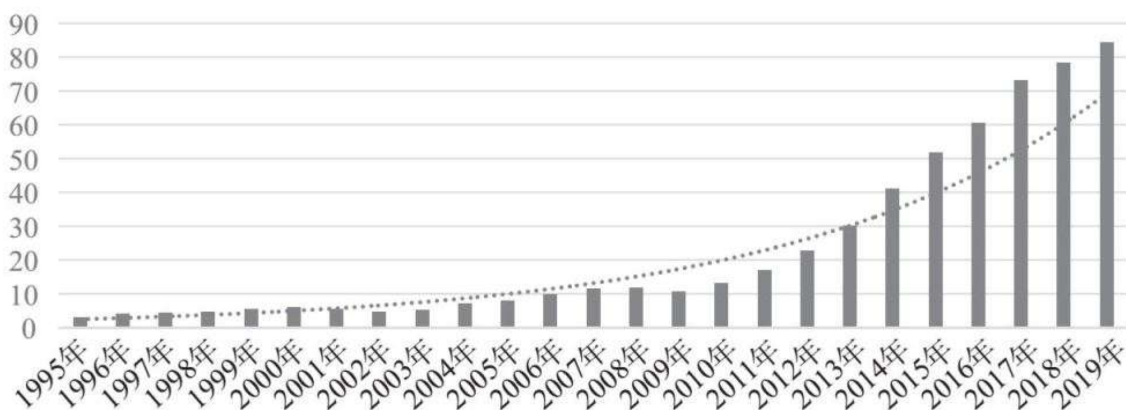


图4–42



图4–43 2021年全球3D打印产值预测（百万美元）

资料来源：Wohlers，工行投行研究中心。

（二）欧美企业领跑全球3D打印市场，应用以制造业为主

据Wohlers报告统计，2015年全球增材制造设备市场保有量，欧美国家占有率达67.9%。其中，北美国家占有率为39.7%，欧洲国家占有率为28.2%，均呈现下降趋势。亚洲国家占有率为27.5%，呈现小幅上升趋势。从国别看，美国的设备市场份额居首，高达37.8%，中国（不含台湾地区）后来居上，居第二位，占比9.5%（见图4－44）。

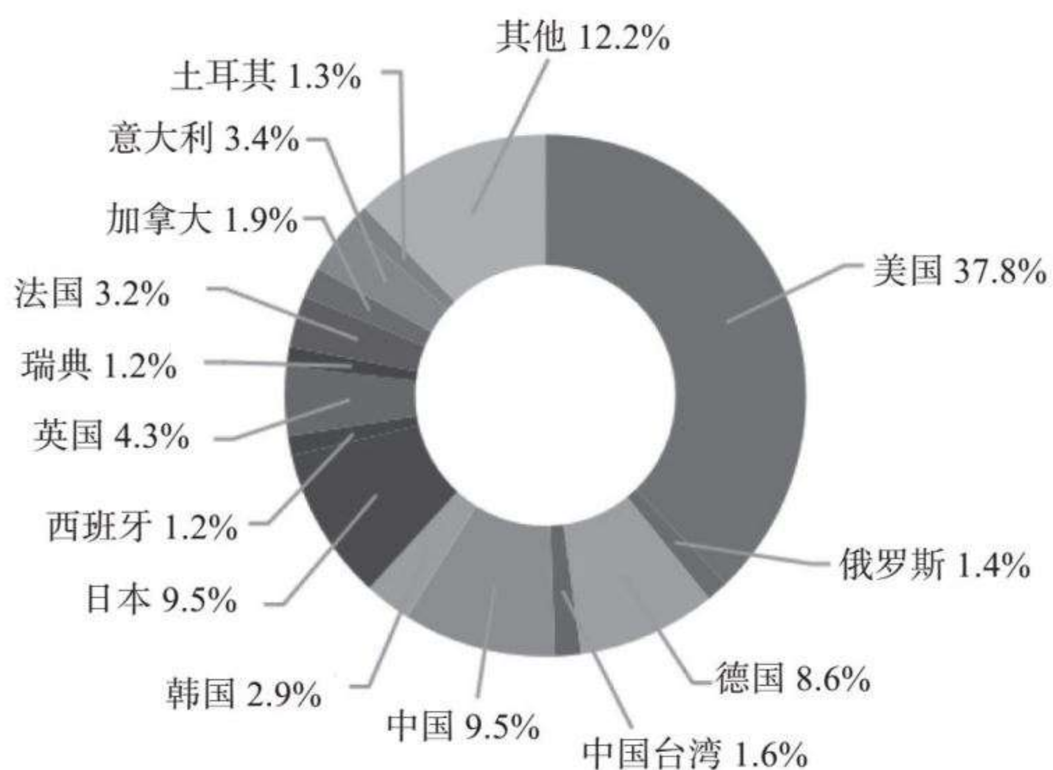


图4–44 全球增材制造产业区域市场份额

资料来源：Wohlers，工行投行研究中心。

全球增材制造应用格局为：工业机械（19.9%）、航空航天（16.6%）、汽车领域（13.8%）、消费品/电子产品（13.1%）、医疗/牙科（12.2%）领域的应用居前五，同时，在牙科、骨科、血管、肾脏等医学领域出现较多3D打印初创企业（见图4－45）。

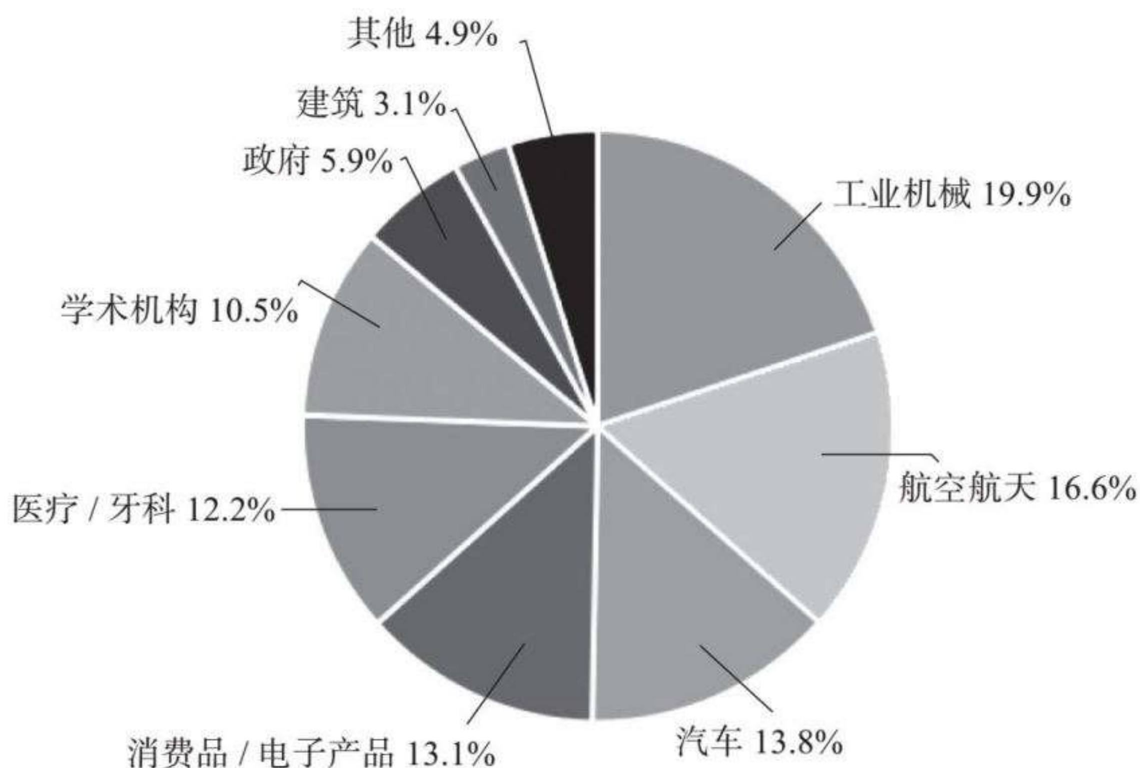


图4–45 全球增材制造产业格局

资料来源：Wohlers，工行投行研究中心。

（三）全球3D打印投融资事件频发

据不完全统计，2017年全球3D打印投融资总额超过75亿元，从数量上看，2017年投融资事件共75例，其中国内投融资21例，占28%，投融资总额9亿元，占12%（见表4－24），国外投资54例，占72%，投融资总额66亿元，占88%。

其中，在75例投融资事件中，天使轮及A轮融资有39例，占比52%；国外C轮、D轮融资较多，国内则是B轮及B轮之前融资较多，有些还处于融资规划期，尚未进入Pre A轮或A轮融资，数据反映，我国3D打印投融资市场活跃度相比国外市场较低。

从投资分布来看，投资于3D打印设备厂商37例，占比49%；3D打印技术服务和应用29例，占比39%；3D打印软件占比3%；3D打印材料占比9%。从中我们可以看出，3D打印设备厂商占绝大多数，同时3D打印市场向技术服务、打印材料、工业软件延伸。

表4–24 2017年我国3D打印主要投融资事件汇总

数量	企业名称	地区	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
1	西安点云生物科技	西安	2014	北京华夏幸福产业投资基金、清望科技园发展（固安）有限公司、陕西高端装备高技术创业投资基金等	Pre–A 轮（第 1 轮融资前的融资）	2016 年 12 月 —2017 年 1 月	3D 打印可再生人工骨核心技术、无丝打印技术
2	海芯科技	北京	2006	黑洞投资	Pre–A 轮千万元	2017 年 1 月	FDM（熔融挤压成型技术）桌面机
3	德利欧	深圳	2009	京西大健康产业基金	Pre–A 轮千万元	2017 年 1 月	三维数据采集、分析等
4	上海 Polymaker	上海	2012	协立投资等	B 轮 3 000 万元（2015 年联想之星、协立资本领投 A 轮 1 800 万元）	2017 年 2 月	各类 3D 打印材料，如 Polysmooth 是全球第一款可便捷抛光的 3D 打印材料
5	上海昕健医疗	上海	2014	丰厚资本	650 万元（出让昕健 5% 股权）	2017 年 3 月	医疗 3D 打印、3D 打印的个体化人工关节
6	北京梦之墨	北京	2014	西科天使基金	天使轮数千万元	2017 年 5 月	液态金属或合金墨水电子直接打印
7	哈尔滨恒普激光	哈尔滨	2013	元禾原点、富德创投、丁香汇、哈尔滨创业投资集团等	A+ 轮数千万元	2017 年 6 月	金属部件 3D 打印、军民融合领域
8	大连美光速造科技	大连	2016	大连三垒科技股份有限公司	天使轮 500 万元	2017 年 7 月	3D 打印技术及装备

数量	企业名称	地区	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
9	中航迈特粉冶科技（北京）	北京	2014	和君资本	A 轮 2 000 万元	2017 年 7 月	3D 打印粉末
10	东莞佰韧科技	东莞	2008	宁波美斯特工业科技有限公司	1 200 万元	2017 年 8 月	FDM 3D 打印机
11	深圳摩方材料	深圳	2016	深创投	A 轮 6 000 万元（2016 年天使轮 2 700 万元）	2017 年 8 月	高精密微纳 3D 打印
12	正雅齿科	上海	2004	元生创投、辰德资本联合领投，东资壹号跟投	B 轮 5 000 万元	2017 年 8 月	将 3D 打印技术引进口腔正畸领域
13	UNIZ 由你造	北京	2014	德联资本、高德地图创始人成从武	A 轮 4 500 万元（2015 年天使轮数百万美元）	2017 年 10 月	高速光固化 3D 打印技术
14	鑫精合激光科技发展（北京）	北京	2015	国家先进制造产业投资基金领投	B 轮 1.5 亿元	2017 年 9 月	3D 金属打印
15	上海联泰	上海	2000	上海联一投资中心、浙江万马腾飞等	3 329 万元（定增）	2017 年 12 月	工业级 SLA（立体光固化成型）（国内市场占有率超 60%）
16	广州形优科技	广州	2016	深圳前海萃英领投	A+ 轮千万元	2017 年 12 月	高性能 3D 打印设备
17	爱康医疗	北京	2003	港股 IPO	4.38 亿港元	2017 年 12 月	金属 3D 打印骨科植入物

资料来源：南极熊3D打印网，Wind，Yahoo Finance（雅虎财经），工行投行研究中心。

二、我国3D打印市场和融资规模双增长

（一）我国2018年3D打印市场规模将突破20亿美元

近年来，我国增材制造产业保持年均30%以上的高速增长。据统计，2012年中国3D打印市场规模为1.6亿美元，2016年中国3D打印市场规模高达12.2亿美元，增加了近7倍。2017年中国3D打印市场规模为16.7亿美元，2018年市场规模将超20亿美元（见图4－46）。

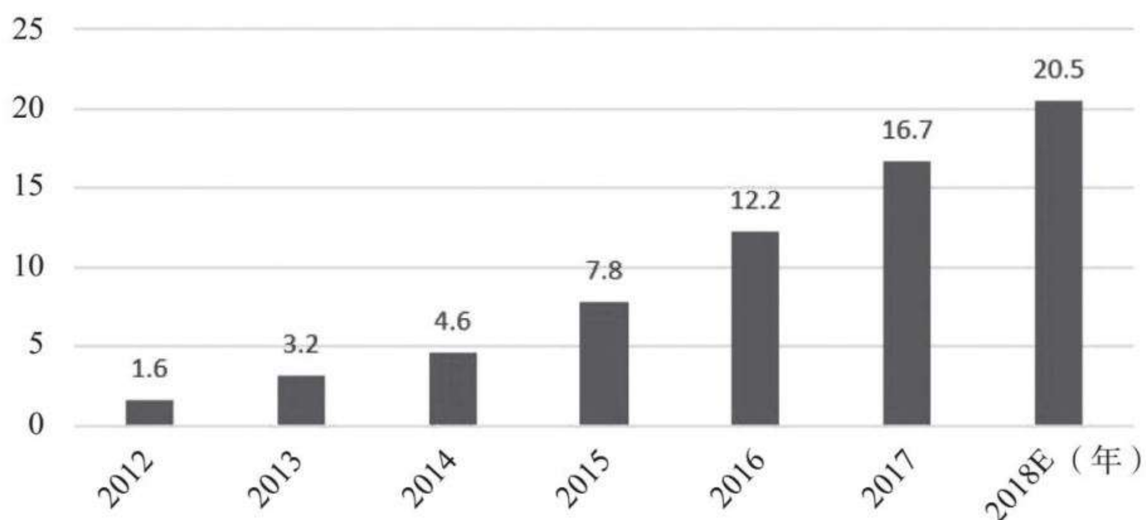


图4–46 2012—2018年我国3D打印市场规模（亿美元）

资料来源：中商产业研究院，工行投行研究中心。

目前，中国增材制造产业规模实现快速增长。据中国增材制造产业联盟对23家规模以上企业的经营数据统计，2016年规模以上增材制造企业总产值20.3亿元，比2015年的10.8亿元增长87.9%。2017年上半年总产值为11.6亿元，同比增长50.5%，产业规模实现快速增长。从产业构成看，增材制造装备、材料和服务的产值比例分别为50.1%、26.9%、23.0%，增材制造装备产值占一半以上。同时，我国增材制造产业已初步形成了以环渤海地区、长三角地区、珠三角地区为核心，中西部地区为纽带的产业空间发展格局。

（二）3D打印国家政策逐步完善

继《国家增材制造产业发展推进计划（2015—2016年）》出台之后，2017年11月30日，工信部、发改委等十二部门联合制定了《增材制造产业发展行动计划（2017—2020年）》（以下称《增材行动计划》）。《增材行动计划》提出增材制造产业保持高速发展，年均增速在30%以上，2020年增材制造产业销售收入超过200亿元。特别提

到，利用增材制造云平台等新模式，线上线下打通增材制造在社会、企业、家庭中的应用路径，总的方向是推进增材制造在航空、航天、船舶、核工业、汽车、电力装备、轨道交通装备、家电、模具、铸造等重点制造领域的示范应用，同时推进“3D打印+”示范应用，包括“3D打印+医疗”“3D打印+文化创意”“3D打印+创新教育”“3D打印+互联网”。《增材行动计划》特别强调要提升供给质量，一是提升增材制造专用材料质量，形成一批基本满足增材制造产业需要的专用材料牌号（见表4－25）；二是提升增材制造装备、核心器件及软件质量（见表4－26）；三是提升增材制造服务质量，鼓励企业在重点应用领域提供契合用户需求的前期设计、产品供应、运营维护、检测认证等综合解决方案。

表4–25 提升增材制造专用材料质量范围

主要领域	
金属增材制造材料	研究金属球形粉末成形与制备技术，突破高转速旋转电极制粉、气雾化制粉等装备，开发高品质钛合金、高温合金、铝合金等金属粉末。研究增材制造专用液态金属材料
无机非金属增材制造材料	研究氧化铝、氧化锆、碳化硅、氮化铝、氮化硅等陶瓷粉末、片材制备方法，提高材料收得率与性能一致性
有机高分子增材制造材料	突破增材制造专用树脂、超高分子量聚合物等材料体系中热传导、界面链缠及性能调控技术，开发高性能稳定性的增材制造专用光敏树脂、黏结剂、催化剂、蜡材，开发高性能抗老化工程塑料与弹性体
生物增材制造材料	建立生物增材制造材料体系，不断提高可植入材料生物学性能和增材制造工艺性能，完善个性化医疗器械的材料设计和微结构设计技术，开发不同软硬程度的器官/组织模拟材料，开发满足不同需求的生物“墨水”

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

表4–26 提升增材制造装备、核心器件及软件质量范围

主要领域	
金属材料增材制造装备	提升激光 / 电子束高效选区熔化、大型整体构件激光及电子束送粉 / 送丝熔化沉积、液态金属喷墨打印等增材制造装备质量性能及可靠性
非金属材料增材制造装备	提升光固化成形、熔融沉积成形、激光选区烧结成形、无模铸型以及材料喷射成形等增材制造装备质量性能及可靠性
生物材料增材制造装备	提升仿生组织修复支架、医疗个性化、细胞活性材料、器官微结构和功能模拟芯片等增材制造装备质量性能及可靠性
核心器件及软件	提升高光束质量激光器及光束整形系统、高品质电子枪及高速扫描系统，大功率激光扫描振镜、动态聚焦镜等精密光学器件、高精度阵列式喷嘴打印头 / 喷头，处理器、存储器、工业控制器、高精度传感器、数模模拟转换器等器件质量性能。突破数据设计软件、数据处理软件、工艺库、工艺分析及工艺智能规划软件、在线检测与监测系统及成形过程智能控制软件等增材制造核心支撑软件

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

（三）“3D打印+”和“军民融合”成为发展新方向

结合《增材行动计划》，我们认为应对两大方向重点关注。

一是行业推广方面，《增材行动计划》明确到2020年要开展100个以上试点示范项目，推动增材制造在10个重点制造业领域的示范应用，预计“3D打印+医疗”“3D打印+文化创意”“3D打印+创新教育”“3D打印+互联网”的示范应用将成为行业发展重点（见表4－27）。

表4–27 “3D打印+”示范应用领域

“3D 打印 +”示范应用	
3D 打印 + 医疗	针对医疗领域个性化医疗器械（含医用非医疗器械）、康复器械、植入物、软组织修复、新药开发等需求，推动完善个性化医用增材制造产品在分类、临床检验、注册、市场准入等方面的政策法规，研究确定医用增材制造产品及服务的医疗服务项目收费标准和医保支持标准
3D 打印 + 文化创意	针对创新创意设计、文化创意产品开发以及个性化产品消费的需求，推动增材制造技术在相关领域的应用，培养新的消费热点，构建新型消费生产模式，助力消费升级
3D 打印 + 创新教育	实施学校增材制造技术普及工程，鼓励增材制造技术在教育领域的推广，配置增材制造设备及教学软件，开设增材制造知识培训课程，建立增材制造实验室
3D 打印 + 互联网	针对社会大众创新创意需求，支持增材制造企业与互联网企业合作，推动成立一批在线协同设计、数据互联共享、分布式制造的增材制造云平台，降低应用门槛，推动增材制造技术的普及。推动建设线下增材制造创新设计、应用、服务中心，为用户提供创新设计、产品优化、快速原型制造、模具开发等应用服务

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

二是军民融合方面，尤其是增材制造技术在航空、航天、船舶、核工业等军工领域的创新应用方面应给予高度关注（见表4－28）。

表4–28 增材制造技术在重点制造领域的示范应用

重点制造领域示范应用	
航空	针对各类飞行器平台和发动机大型、复杂结构件，推进激光直接沉积、电子束熔丝成形技术在钛合金框、梁、肋、唇口、整体叶盘、机匣以及超高强度钢起落架构件等承力结构件上的应用，推进激光、电子束选区熔化技术在防护格栅、燃油喷嘴、涡轮叶片上的示范应用，加强增材制造技术用于钛合金框、整体叶盘关键结构修理的验证研究

航天	利用增材制造技术实现运载火箭、卫星、深空探测器等动力系统、复杂零部件的快速设计、原型制造；实现易损部件、备品备件等的直接制造和修复
船舶	推进增材制造在船舶与配套设备领域的产品研发、结构优化、工艺研制、在线修复等应用研究，实现船舶及复杂零件的快速设计与优化，推进动力系统、甲板与舱室机械等关键零部件及备品备件的直接制造
核工业	推进增材制造在核级设备复杂、关键零部件产品研发、工艺试验、检测认证，利用增材制造技术推进在役核设施在线修复
汽车	在汽车新品设计、试制阶段，利用增材制造技术实现无模设计制造，缩短开发周期。采用增材制造技术一体化成型，实现复杂、关键零部件轻量化
电力装备	在核电、水电、风电、火电装备等设计、制造环节使用增材制造技术，实现大型、复杂零部件的快速原型制造、直接制造和修复
轨道交通装备	推进增材制造技术实现新产品研发、工艺试验、关键零部件试制过程中的快速原型制造，实现关键部件的多品种、小批量、柔性化制造，促进轨道交通装备绿色化、轻量化发展
家电	将增材制造技术纳入家电的设计研发、工艺试验环节，缩短新产品研制周期，推进增材制造技术融入家电智能柔性制造体系，实现个性化定制
模具	利用增材制造技术实现模具优化设计、原型制造等；推进复杂精密结构模具的一体化成型，缩短研发周期；应用金属增材制造技术直接制造复杂型腔模具
铸造	推进增材制造在模型开发、复杂铸件制造、铸件修复等关键环节的应用，发展铸造专用大幅面砂型（芯）增材制造装备及相关材料，促进增材制造与传统铸造工艺的融合发展

资料来源：工信部，工行投行研究中心。

（四）我国3D打印投融资集中在医疗、装备和材料三大领域

2017年，我国较大规模的并购事件共有17起，主要集中在Pre－A轮、A轮和B轮融资早期阶段，且以民营企业为主，说明我国3D打印处于行业并购发展早期。

在上述融资事件中，天使轮共2起，Pre－A轮3起，A轮4起，A+轮2起，B轮3起，IPO上市1起，其他（定增、出让）2起。从细分领域看，主要集中在3D打印技术和装备、医疗（骨科）、3D打印材料三个方向。

（五）我国3D打印规模企业介绍

1.骨科3D打印上市公司——北京爱康医疗

爱康集团成立于1993年，是一家汇集医疗投资、证券基金、酒店餐饮服务、房地产四大产业多元化经营的集团公司。爱康医疗集团成立于2003年，根据爱康医疗在其上市文件中的描述，它是中国第一家且唯一一家将3D打印技术商业化并应用于骨关节及脊柱置换植入物的医疗器械公司，在中国骨关节植入物市场占据领先地位。其业务包括设计、开发、生产及销售骨科植入物，并专注于髋关节及膝关节置换植入物。爱康医疗亦以分销商的身份销售由第三方生产的骨科产品，以补充其向客户提供的产品组合。目前，爱康医疗拥有32项发明专利，126项实用新型专利，2项PCT（专利合作条约）专利。截至2016年12月31日，爱康医疗的总资产为4.06亿元，总负债1.11亿元，净资产2.95亿元，营业总收入2.71亿元，净利润为7 732.6万元，扣非后归母净利润为7 654.8万元。2017年12月20日，爱康医疗（01789－HK）在香港股市正式上市交易。

2015年8月由爱康自主研发的基于3D金属打印技术的3DACT人工髋关节系统获得CFDA上市许可，成为全球第一个经过临床验证获准上市的骨科内植入物产品，也是全国首个获得上市许可的3D打印骨科内植入物产品。2016年7月，爱康医疗基于3DACT技术研发的脊柱椎间融合

器正式获得CFDA批准，这也是中国首例获得CFDA上市许可的金属3D打印椎间融合器产品。

爱康医疗目前的主营业务由两大部分构成：髋关节置换植入物和膝关节置换植入物，这两大业务占据公司主营业务收入的89%左右。从产品大类来看，其中大部分营收来自髋关节置换植入物产品，该产品2014—2016年营收年复合增长率为30.9%；第二大主营业务膝关节置换植入物产品，年复合增长率为35%。2014—2017年上半年ROE（净资产收益率）分别为：33%、37%、26%、16%，连续保持高位。

仅2017年上半年，爱康医疗实现收入1.63亿元，毛利1.12亿元，净利润0.51亿元，毛利率高达68.7%，净利率高达31.3%。爱康医疗常规的膝关节、髋关节置换产品销售数量为3.84万套，收入1.42亿元；3D打印的髋关节、脊柱置换产品销售数量为2441套，收入977.7万元；代理第三方骨科产品收入689.3万元；其他（主要手术器械和医用冲洗器）产品收入383.6万元。

爱康医疗的产品毛利率较高，在其主营的髋关节置换植入物以及膝关节置换植入物两类产品毛利率均在70%以上。而3D打印产品毛利率更高，通常为常规产品的两倍。在市场占有率方面，根据2016年统计数据，爱康医疗凭借2.8万套膝关节产品、7.4万套常规髋关节产品的产能，占有全国14.3%的市场份额。

骨科3D打印技术与传统技术最大的不同在于，3D打印技术可创建一个类似于松质骨的三维多孔结构，帮助建立血液供给，有利于骨细胞的生长和融合。

我国骨科市场主要由三个部分组成：创伤植入物、脊柱置换植入物及骨关节植入物。全球企业增长咨询公司弗若斯特沙利文咨询公司报告预计，随着老龄化人口上升，预计2021年中国骨关节置换植入物市场为77.8亿元，骨科手术量为98.3万次，其中初次手术87.3万次，翻修手术（更换植入物等）11万次。

2.金属3D打印公司——北京鑫精合激光科技

鑫精合激光科技发展（北京）有限公司成立于2015年，总投资5亿元，目前在北京拥有研发中心面积8 800平方米，在沈阳拥有制造基地80亩，各类设备60余台（套）。下设北京复合增材制造研究院、鑫精合激光科技发展（沈阳）有限公司、竞核（上海）激光科技发展有限公司，致力于提供金属增材制造（金属3D打印）整体解决方案。鑫精合目前在金属3D打印领域主要从事三大主流技术：激光沉积制造（LDM，又称送粉技术），激光选区熔化（SLM，又称铺粉技术），电弧增材制造（WAAM，又称电弧熔丝技术）。

2017年9月，鑫精合B轮融资1.5亿元，其中，国家先进制造产业投资基金领投1亿元。金属增材制造在整个增材制造领域产值占到70%以上，与传统金属部件相比，金属3D打印具有轻量化、高强度特性。目前，在我国飞机、船舶甚至航天器的重要零部件上，都可以见到金属3D打印的身影，无论是飞机、船舶的发动机、零部件，还是运载火箭、空间航天飞行器、无人机等航空航天设备，金属3D打印零部件（见图4－47）正在悄悄取代传统制造的零件，而鑫精合的定位是航空航天、航海、核工业等高端金属增材制造领域。也正是因为鑫精合的定位集中在军工领域，具有时间紧、定量大、标准高的特点，其订单数量已超过实际产能，未来发展看好。

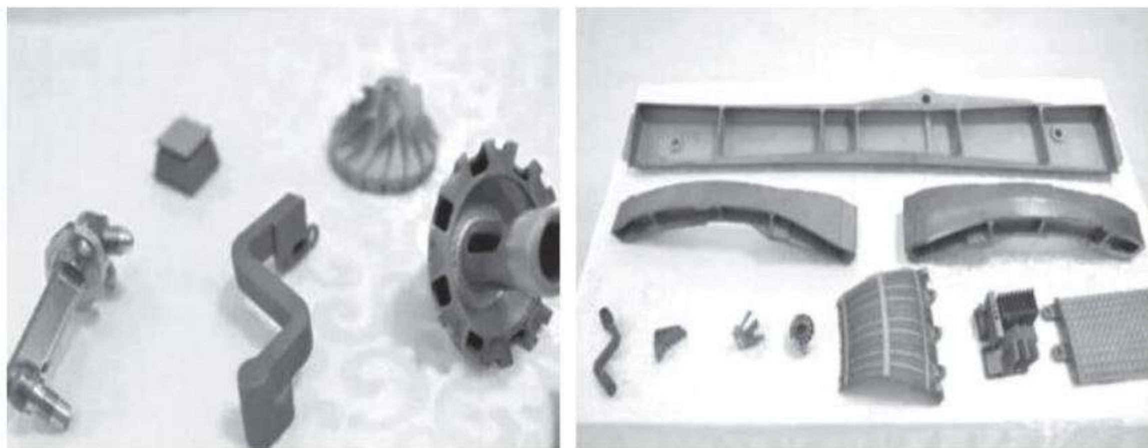


图4–47 鑫精合金属3D打印零部件产品

资料来源：3D打印世界，工行投行研究中心。

从产业规模看，根据测算，2020年全球3D打印市场总规模可达212亿美元，目前航空航天3D打印应用占比16%，按该数据推算，2020年3D打印在航空航天业应用规模将达到34亿美元，符合鑫精合的战略预期。

3. 3D打印材料公司——上海Polymaker

Polymaker成立于2012年，是一家专注于3D打印材料及相关应用技术开发的高科技企业，总部位于上海，在美、日等多个国家设有分公司。Polymaker曾在2014年3月通过国际上最著名的科技众筹平台KickStarter推出了3款全新的打印材料，获得了全球广泛关注。2015年，完成A轮融资1 800万元，由联想之星领投，智朗投资和协立资本跟投，同时推出PolySupport（新型支撑材料）、Polymaker LT85（低温打印材料）、Polymaker PC（高温工程塑料）等一系列新产品。2017年1月，Polymaker获得协立资本B轮3 000万元融资，12月，与德国材料专家科思创联合推出了两款FFF 3D打印新产品，利用科思创的热塑性聚氨酯（TPU）树脂开发了U1000和U0174D材料，作为“Polymaker Industrial”系列高性能材料推出。两种新材料可以提供有效的机械强度、层黏合性和耐热性，可以应用在基于热塑性塑料挤出的3D打印机，满足一般制造业、医药、汽车、航空航天等行业的需求。

4.微纳3D打印技术企业——深圳摩方材料

深圳摩方材料科技有限公司成立于2016年5月，致力于全球领先的微纳尺度3D打印系统以及微纳米级功能型复合材料的研发、生产和销售。摩方材料于2016年6月获得来自松禾资本、移盟资本、光之华基金的2 700万元天使轮融资，2017年8月18日，完成深创投领投的6 000万元A轮融资，本轮融资将用于摩方材料美国分公司的创立、摩方材料微纳米级3D打印系统的进一步产业化以及推动包括精密光学器件、连接器等终端产品的产业化和市场化。

微纳米尺度3D打印（微纳结构增材制造）是目前全球最前沿的先进制造领域之一，该技术在2014年和2015年连续两年被《麻省理工科技评论》列为年度十大具有颠覆性的创新技术之一，它可以高效、低成本、批量化制造复杂三维微纳结构，具有重大产业化意义。复杂三维微纳结构在微纳机电系统、生物医疗、组织工程、新材料、新能源、高清显示、微流控器件、微纳光学器件、微纳传感器、微纳电子、生物芯片、光电子和印刷电子等领域有着巨大的产业需求。

摩方材料精密微纳加工设备已先后被美国加州理工学院、南京大学、阿联酋Masdar学院等众多知名研究机构采购，利用其设备生产制造的微型精密器件已被大量工业单位采用，解决了长期以来存在的微型精密器件加工难、成本高等系列问题。2017年底，香港城市大学深圳研究院对超高精度微纳3D打印系统进行国内公开招标，摩方材料提供的nanoArch P130超高精度微纳3D打印系统成功中标。此前，摩方材料研发的微纳米尺度3D打印系统设备nanoArch P110于2017年6月由南京大学正式通过验收。

以定制化光学镜片为例，目前全球范围内通过3D打印解决光学镜片的定制化问题的企业不多，传统3D打印技术无法达到精度要求。2017年9月2日，摩方材料与北京同仁医院建设的国家眼科诊断与治疗设备工程技术研究中心签署战略合作协议，共同创立“国家眼科工程中心－摩方光学镜片微纳3D打印技术联合实验室”，致力于微纳尺度3D打印光学镜片的开发和应用，以填补我国眼科治疗设备研发与制造的技术空白。

全球3D打印主要融资事件汇总如表4－29所示。

表4–29 全球3D打印主要融资事件汇总（不包括中国）

企业名称	国家	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
Supercraft 3D	新加坡	2016	Binny Bansal 等	种子轮 100 万美元	2017 年 1 月	3D 打印人体模型（手术用）
Voodoo Manufacturing	美国	2015	KPCB Edge	种子轮 150 万美元	2017 年 1 月	未来工厂 3D 打印集群
			General Catalyst（通用催化风投）领投，NextView Ventures、645 Ventures、Y Combinator 跟投	种子轮 500 万美元	2017 年 6 月	
Sinterit	波兰	2014	德国 FIT AG	110 万欧元（118 万美元）	2017 年 1 月	桌面型 SLS（选择性激光烧结技术）3D 打印机系统
Desktop Metal	美国	2015	谷歌、宝马、Lowe's（劳氏）	C 轮 4 500 万美元	2017 年 2 月	快速金属 3D 打印
			New Enterprise Associates、谷歌投资、通用电气创业投资公司、未来基金、Techtronic Industries、Lowe's、Lux Capital、Vertex Ventures（祥峰投资）、深圳资本集团、沙特阿美公司等	D 轮 1.15 亿美元	2017 年 7 月	
Wiivv Wearables Inc	加拿大	2014	EclipseVC、Evonik Venture Capital、Real Ventures、Asimov Ventures	A 轮 400 万美元	2017 年 2 月	利用计算机视觉和捕获技术生产定制 3D 打印鞋垫

企业名称	国家	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
Oxford Performance（OPM）	美国	2000	先进材料生产商 Hexcel Corp（赫氏）	1 000 万美元（2016 年 5 月 1 500 万美元）	2017 年 2 月	为波音公司打印航空零部件、3D 打印塑料
美国按需制造服务商 Xometry	美国	2014	通用电气、高原资本	2 300 万美元	2017 年 2 月	提供更加灵活的按需制造服务
			通用电气、高原资本、宝马	1 500 万美元	2017 年 6 月	
普瑞公司（Puris）	美国	未知	美国卡彭特技术公司（Carpenter）	以 3 500 万美元收购	2017 年 2 月	钛粉生产商、3D 打印粉末
BeeHex	美国	2013 年左右	Donatos 比萨创始人 Jim Grote 领头（Grote 公司）	种子轮 100 万美元	2017 年 2 月	Chef 比萨 3D 打印机
Exmet	瑞典	2012	德国工业级 3D 打印机制造商 EOS 的下属风投公司 AM Ventures（AMV）	未知	2017 年 3 月	高性能的非晶态金属部件
Rocket Lab（火箭实验室）	美国	2006	洛杉矶 Data Collective 领投、Promus Ventures、Bessemer Venture、Khosla Ventures、K1W1 跟投	D 轮 7 500 万美元	2017 年 3 月	在火箭助推器中使用 3D 打印引擎
美国 NVBOTS 子公司 Digital Alloys	美国	未知	Khosla Ventures（曾投资 Arevo、Feetz 和 Velo3D）	A 轮 500 万美元	2017 年 3 月	多材料金属 3D 打印机、FDM 3D 打印机

企业名称	国家	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
Sintavia	美国	2012	私募股权公司 Neff Capital Management	B 轮 1 500 万美元（2015 年 A 轮1 000万美元）	2017 年 3 月	提供金属添加剂制造解决方案的 3D 打印公司，拥有六台高速 3D 打印机、工业 CT 扫描仪和全套冶金实验室
Postprocess	美国	未知	纽约风险投资公司（New York Ventures）Rand Capital、Richmond Capital 等	种子轮 400 万美元	2017 年 3 月	自动化 3D 打印后处理（DECI Rectangular 表面处理机）
BigRep	德国	2014	德国钢铁公司 Kloeckner & Co	B轮约 1 000 万欧元收购 BigRep 10%股权（2015年 A轮 700万欧元）	2017 年 4 月	大尺寸 FDM 3D 打印机
美国新泽西 Onkos Surgical	美国	2015	Canaan Partners、3D systems、1315 Capital 等	B轮1 760万美元	2017 年 4 月	肌肉骨骼肿瘤学、植入物辅助解决商
Nectar	荷兰	2013	荷兰投资公司 TIIN Capital、风险投资公司 PPMOost	100 万欧元	2017 年 4 月	工业级三角洲 3D 打印机
Metal Heart	南非	2016	南非工业发展公司（IDC）	123 万美元	2017 年 4 月	南非首款金属打印机
Axial 3D	英国	2015	北爱尔兰技术投资集团 Techstart NI	种子轮 50 万英镑	2017 年 4 月	3D 打印手术模型、个性化解剖模型

企业名称	国家	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
LPW Tech	英国	2007	Stratasys	未知	2017 年 4 月	金属增材制造粉末解决方案
Nano Dimension	以色列	2012	以色列创新局 MEIMAD 委员会等	470 万美元 /470 万美元	2017 年 5 月 /6 月	3D 打印电子市场
Feetz（一家从事 3D 打印鞋的公司）	美国	2013	DSW领投，Khosla Ventures、The Jump Fund跟投	A 轮（2015 种子轮 125 万美元）	2017 年 5 月	3D 打印鞋垫
Gilmour Space Tech	新加坡	2013	澳大利亚风投公司 Blackbird Ventures 领投、500 Startups 跟投	370 万美元	2017 年 5 月	3D 打印火箭发射燃料
Luxexcel	荷兰	2009	KLA–Tencor、SET Ventures（荷兰）、慕尼黑创业投资公司、PMV 投资基金	1 000 万美元	2017 年 5 月	光学 3D 打印技术
Robo 3D	美国	2012	GTT Venture	180 万澳元	2017 年 5 月	桌面级 3D 打印机
加州轮廓制造公司 Contour	美国	未知	Doka 集团	未公开	2017 年 6 月	3D 建筑打印机
RepRap	德国	2004	BayBG 巴伐利亚金融控股公司	未透露	2017 年 9 月	FDM 打印机
Mything	奥地利	2017	奥地利 KaPa Ventures	210 万欧元	2017 年 9 月	3D 打印平台
霍布斯集团（Hobs）	英国	2014	Business Growth Fund（BGF）	400 万英镑	2017 年 9 月	提供建筑，工程和结构等打印服务
Prellis Biologics	美国	2016	True Ventures 领投	种子轮 180 万美元	2017 年 9 月	3D 打印人体组织

企业名称	国家	成立时间（年）	投资方	融资金额	时间	主营业务
Ultimaker	荷兰	2011	NPM Capital	未透露	2017 年 10 月	双材料 3D 打印机、工业级桌面 3D 打印机
CollPlant	以色列	1981	Alpha Capital（阿尔法资本）	500 万美元	2017 年 10 月	3D 生物打印器官
Markforged	美国	2013	微软、西门子、保时捷	C 轮 3 000 万美元	2017 年 11 月	碳纤维 3D 打印、金属锻造系统
3YOURMIND	德国	2015	UVC Partners、AM Ventures	A 轮 1 200 万美元	2017 年 11 月	3D 打印软件
Candid	美国	2015	Greycroft Partners、Bessemer Venture Partners、e.ventures（Arena Ventures 曾领投种子轮 200 万美元）	A 轮 1 500 万美元	2017 年 11 月	3D 打印（牙齿矫正）
Divergent 3D	美国	2015	O Luxe Holdings 领投，上海联合投资、维港投资跟投	B 轮 6 500 万美元（1 月完成 A 轮 2 300 万美元）	2017 年 11 月	3D 打印汽车制造商
Rapid	美国	2014	Proto Labs	1.2亿美元被 Proto Labs收购	2017 年 11 月	快速钣金加工和 CNC 加工
CGTrader	立陶宛	2011	Karma Ventures 领投，英特尔投资、Practica Capital 参投	200 万欧元	2017 年 12 月	3D 模型
Carbon	美国	2013	Baillie Gifford、ARCHINA Capital、红杉资本、富达等	D 轮 2 亿美元（2015 年 C 轮 1 亿美元）	2017 年 12 月	CLIP 快速打印（连续液面生长技术）
罗德岛 Vitae Industries	美国	2016	BoxGroup、Techstars、Lerer Hippeau Ventures	天使轮 200 万美元	2017 年 12 月	制药 3D 打印机

资料来源：南极熊3D打印网，Wind，Yahoo Finance，工行投行研究中心。

第五章

人工智能，未来已来



第一节
人工智能产业全景分析

人工智能，是一门研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的技术科学。自20世纪50年代诞生以来，学术界和产业界对人工智能的定义、发展以及内涵的理解各不相同。从现实角度看，一般认为，人工智能是指设计研究和应用智能机器，并令其能够执行与人类智能有关的智能行为，如判断、推理、证明、识别、感知、理解、通信、设计、思考、规划、学习、求解等思维活动和有目的性的行为。从运作角度看，人工智能可以分为模拟行为结果的类人行为、模拟大脑运作的类人思维和不局限于人类的泛智能。从应用角度，可以分为弱人工智能（也称专有人工智能，只能完成特定领域任务）、强人工智能（也称通用人工智能，具备自主学习能力和泛用技能知识），以及超级人工智能。本文所述的人工智能主要是指从现阶段产业应用出发，已经初步具备现实意义的弱人工智能。

一、浪潮涌动，经年修炼一朝突破

（一）人工智能发展历程

一直以来，人类就对能够模拟自身思维、行为的人工生命充满想象，无论是在神话传说中，还是在科学幻想中，经常能够看到被赋予智能的人工生命的身影。直到现代，随着科学技术的发展，人工智能

这一存在于人类幻想中的概念逐渐走向现实。人工智能作为一个具体可以实践研究的科学概念，诞生至今已有超过60年的历史。21世纪之前，人工智能大致经历了两次发展浪潮，并在21世纪迎来发展的第三次浪潮。

第一次浪潮为20世纪50年代末至80年代初；第二次浪潮为20世纪80年代初至20世纪末；第三次浪潮从21世纪初开始，近几年迎来发展高峰。前两次浪潮中人工智能技术一直未能实现突破性进展，相关产品没有达到应用水平，因此在两次火热的高潮后人工智能再次陷入低谷。进入21世纪后，随着信息技术的快速发展和互联网的广泛普及，人工智能的第三次高速成长有望在较长周期内保持延续。人工智能发展历程如图5－1所示。

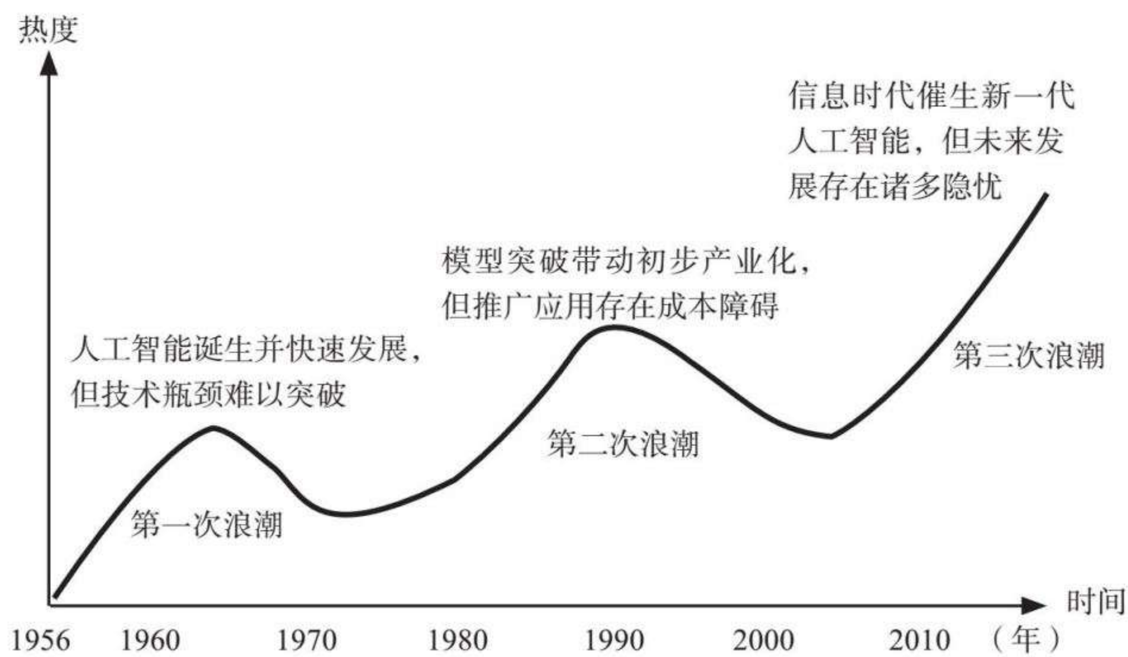


图5–1 人工智能发展历程示意图

资料来源：中国电子学会，工行投行研究中心。

第一次浪潮（20世纪50年代末至80年代初）

1956年的美国达特茅斯学院里，约翰·麦卡锡（数学家）、马文·闵斯基（人工智能与认知学专家）、克劳德·香农（信息论创始

人）、艾伦·纽厄尔（计算机科学家）、赫伯特·西蒙（诺贝尔经济学奖得主）等科学家用两个月的时间讨论用机器来模仿人类学习以及其他方面智能的话题。达特茅斯会议第一次提出“人工智能”的概念，自此人工智能诞生，成为一个单独的研究领域。

达特茅斯会议后，人工智能迎来第一个发展高峰。这一时期，人工智能的研究成果主要集中于理论性的方法论、算法领域，例如深度学习模型的雏形贝尔曼公式、现代主流人工智能语言LISP等。此外，还有几何问题证明器、通用解题器、简单人机对话机器等具备初步智能的应用机器和计算机程序。这一时期的科学家对人工智能的发展态度极为乐观，甚至有著名科学家认为在3~8年内就能够得到一台具有人类平均智能的机器。

然而，到了20世纪70年代，人工智能领域的研究者们发现人工智能的发展遭遇到严重瓶颈，即使是最先进的人工智能程序也只能解决最初级的问题。其主要问题在于：一是当时计算机储存空间和计算能力严重不足；二是随问题难度提升而成指数级别增加的计算复杂性；三是缺乏海量规模的数据库，人工智能程序难以训练出基本知识和推理能力。当时学者提出一个著名的莫拉维克悖论（Moravec’s paradox），即人类觉得复杂困难的问题，如代数、几何，机器可以很简单地解决，但人类无意识的技能和直觉，如分辨物体、行走，却需要机器进行大量的运算。自此，人工智能研究开始进入长达十年的低谷。

第二次浪潮（20世纪80年代至90年代末）

20世纪80年代，人工智能相关的数学模型出现重大突破，以多层神经网络和反向传播算法（Back－Propagation）为代表的理论诞生，催生了一系列能够进行识别与决策的机器程序，其中最著名的是专家系统智能计算机程序系统。专家系统内部含有某个领域大量专家的知识和经验，模拟人类专家决策过程，从而解决该领域的复杂问题。卡内基－梅隆大学为数字设备公司（Digital Equipment Corporation）

设计的R1专家系统每年为该公司节约4 000万美元，到20世纪90年代全球几乎所有顶尖公司都配备了专家系统。此外，以日本、美国为首推进的第五代计算机研发项目，也投入大量资金在人工智能相关领域，促进了集成电路、软件工程、人机交互等人工智能基础性技术科学的迅速发展。

然而，商业性成了这一时期人工智能普及应用的最大瓶颈。人工智能专用计算机的制造成本远高于通用型计算机，其快速攀升的复杂程度和越发脆弱的系统架构，直接导致了高昂的维护费用。此外，苹果、IBM公司推出的第一代个人计算机逐渐成为消费市场的主流，专用型计算机失去市场。自此，人工智能再次失去政府和市场的支持，进入新一轮发展的低谷期。

第三次浪潮（21世纪初至今）

进入21世纪以来，人类社会的信息化发生了巨大而深刻的变革，随着互联网的爆发式发展，大数据积累量飞速增加，深度学习算法更加完善，商业应用新场景不断涌现，计算机硬件性能大幅提升，人工智能的技术基础更加坚实，发展前景更加广阔。

谷歌人工智能程序AlphaGo在2016年以4∶1的成绩击败围棋世界冠军李世石，2017年以3∶0击败围棋世界排名第一的柯洁，引起全世界对人工智能的关注。实际上，进入21世纪以来，人工智能的发展已经获得各国政府及市场的大力支持。尤其在近年来，人工智能成为市场新兴投资热点，初创企业数量与市场融资额逐年攀升。据中国信通院数据统计，2017年前三季度国内人工智能领域投资金额约200亿元，较2016年全年的投资金额增长近50%。全球市场中，谷歌、微软、IBM等科技巨头也在人工智能领域进行了大量的研发投入和投资布局。

（二）人工智能突破因素

当前人工智能发展迎来的新一轮高潮，依赖于数据资源、计算能力、算法、应用场景四个关键性因素的突破。硬件性能的提升为人工智能提供了足够的计算能力，创新的深度学习算法有效提高了人工智能学习效率，海量的数据资源提供了充足的知识信息来源，而新涌现的各类应用场景促进了人工智能技术商业化的落地和实践。

1.海量数据资源积累

随着互联网，尤其是移动互联网的大范围普及，个人移动设备、行业传感器产生了海量的数据积累。根据咨询机构IDC预测，到2020年每年数据量将达到44ZB（1ZB=1万亿GB），复合增长率超过140%，其中中国产生的数据量占全球总量的近20%。即将到来的5G网络标志人类社会进入万物互联时代，未来大量部署的物联网设备、机器传感器、智能设备将带来更多的物联数据。急剧增加的数据量成为大幅提升神经网络认知能力的信息知识来源，能够为人工智能的深度学习训练奠定基础。因此，人工智能能够通过学习各个细分行业积累的海量数据得到训练，提升逻辑分析和判断思维能力，得到行业相关的行为思维模式。

2.深度学习算法突破

深度学习的概念源于人工神经网络的研究，由加拿大科学家辛顿于2006年提出。深度学习是机器学习中一种基于对数据表征进行学习的方法，通过构建多隐层神经网络模型和海量训练数据强化学习能力，在监督或者无监督情况下，通过组合底层特征形成更加抽象的高度表达属性类别或特征，以发现数据的分布式特征表示，最终实现对一类训练数据的自动结果判定。深度学习算法的诞生极大地提高了机器的识别能力，在自然语言处理、机器视觉领域广泛应用并取得突破性进展。全球科技巨头纷纷布局深度学习算法，通过开源研究、打造生态体系推动算法模型的底层优化及创新。

3.计算能力大幅提升

当前人工智能的高强度、高频次的海量数据处理需求难以通过传统数据处理技术满足，高性能计算芯片应运而生。目前人工智能芯片主要有两类：一类是主流，延续传统冯·诺依曼体系构架，通过加速计算单元的叠加部署提升整体计算能力，以GPU（图形处理器）、ASIC（专用集成电路）、DSP（数字信号处理）、FPGA（现场可编程门阵列）为代表；另一类则突破了冯·诺依曼的架构，以IBM的TrueNorth为代表。相对于传统CPU芯片，人工智能芯片多采用数据驱动并行计算架构，适用于处理海量数据，运算效率更高、功耗更低。

4.商业应用场景涌现

在当今信息社会，各个行业都提出了更智能的行业需求，这些多元商业应用场景为人工智能技术的研发提供更清晰直接的落地路径，使人工智能技术从纯理论研究迅速切入行业应用，产业化水平大幅度提高。商业应用场景的需求增加，也增加了科技巨头对人工智能技术研究的资本支持力度，大量资金涌入人工智能领域，使技术型公司获得足够资金支持以提高技术水平，产业链的重组并购完善了人工智能生态圈。目前，人工智能在医疗、金融、安防、搜索、教育等领域已经获得了广泛而深入的应用。此外，多元商业应用场景的涌现也为人工智能提供了各个垂直行业的相关数据，极大地促进了人工智能与行业融合的能力训练。

二、气象万千，多维渗透全面融合

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统的科学。近年来，随着人工智能基础理论和应用的发展，人工智能不断向各个垂直行业渗透，在满足行业需求的同时形成了人工智能的产业集群。在城市、工业、交通、金融、医疗等多个领域，人工智能产业正在不断涌现出新的力量，企业类型、商业模式不断丰富、持续演进。但由于人工智能作为基础性、通用性技

术，与社会各行各业天然的融合程度较深，很难单独剥离、区分人工智能产业，业界对于人工智能产业也没有达成一致认同的概念。

因此，此处使用工信部指导发布的《新一代人工智能发展白皮书（2017年）》对人工智能产业所下的定义，将围绕人工智能技术及衍生出的主要应用形成的具有一定需求规模、商业模式较为清晰可行的行业集合，视为人工智能当前的核心产业；随着潜在需求的逐渐明确和商业模式的日渐成熟，人工智能核心产业的边界与范围将逐步扩展，通过核心产业发展所形成的辐射和扩散效应，而获得新提升、新增长的国民经济其他行业集合，视为人工智能带动的产业。

根据人工智能从技术研发到产业应用的全产业链流程，我们可以将人工智能核心产业分为基础层、技术层和应用层，各层的主要细分领域包括但不限于图5－2所示领域，尤其是在应用层，还有很多人工智能可以大展拳脚的垂直行业。限于篇幅，本文将分析一些当前发展较为迅速、产业应用较为深入的代表性人工智能产业。

根据赛迪咨询发布的报告，2016年全球人工智能核心产业规模达到293亿美元，2017年超过370亿美元，其中我国产业规模已达到56亿美元左右。预计2020年全球人工智能核心产业规模将超过1 300亿美元，我国规模超过220亿美元。



图5–2 人工智能产业应用

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

（一）基础层

基础层主要包括算法模型、智能芯片、智能传感器及其他硬件设备。随着人工智能的发展，社会各行业都对人工智能解决方案提出了新的需求，原有硬件设备和软件处理方法已不能满足快速增长的行业需求。事实上，人工智能基础层的发展，在很多方面是由实际应用场景需求倒逼而来，企业与科研院所在商业应用场景需求的指引之下有针对性地加强对基础层的研发和产业化力度，这一现象在中美两个互

联网行业发展迅速的国家尤为突出。据中国电子学会预计，2020年全球基础层产业规模将突破270亿美元，其中智能芯片占比50%。

1.算法模型

人工智能的核心是算法模型，而基于人工神经网络的深度学习是当前最主流的算法模型。深度学习的基本概念是模拟人类神经元间信息的传递，以大数据为基础进行大量训练得到各种参数，通过参数的不断调整优化问题和约束条件，从而得到某种特定模式下的分析过程，最终将参数分析过程用于推断环节。深度学习算法能够让机器在有监督或无监督的情况下进行自我学习和优化，从而依靠海量数据资源提高人工智能水平。

算法模型产业的参与者除了科研院所外，基本都是全球科技巨头，例如谷歌、微软、IBM、脸书、百度、阿里巴巴等。目前的产业趋势是各大科技巨头推出自己开源的深度学习框架，如谷歌的TensorFlor、IBM的System ML，其目的在于吸引更多技术层、应用层厂商采取其人工智能算法框架开发技术，从而构建以自身算法为中心的生态系统。

2.智能芯片

人工智能芯片是核心产业之一，与以CPU为代表的传统芯片在架构上有显著区别。因此，除了传统科技芯片巨头积极布局以外，众多初创企业也参与人工智能芯片研发领域，并取得了一定的进展。目前主流的深度学习算法需要极高的内在并行度、浮点计算能力和矩阵运算能力，对人工智能芯片计算能力提出了很高的要求。当前主流人工智能芯片是GPU、FPGA以及ASIC，此外还有颠覆传统冯·诺依曼架构的类脑芯片，但这类芯片还处于前期研发阶段。

CPU是传统计算机的运算和控制核心，用以处理计算机指令和数据，但其性能和功耗较难满足人工智能时代的需求。然而，因技术成熟度较高、供应能力强，目前也被改造用于人工智能设备，主要厂商

有PC端的英特尔和AMD（美国超威半导体公司）、移动端的高通和联发科。GPU是传统计算机中专门用于图像运算处理的微处理器，由于更适合进行复杂度高的并行运算，与深度学习算法的需求高度匹配，因此GPU在各个场景最先落地，成为目前人工智能最成熟、应用最广泛、灵活程度最高的主力芯片，主要供应商为NVIDIA（英伟达，全球领先的GPU研发生产厂商）和AMD。FPGA是用户可根据自身用途进行重复编程的“可变形芯片”，具有效率高、功耗低的优点，是灵活性和专用效率性的折中选择，在目前人工智能算法未确定的阶段具有一定优势，已经初步应用于云数据中心和安防领域，主要供应商有Xilinx（赛灵思，全球领先的可编程逻辑完整解决方案供应商）、Altera（阿尔特拉，世界上第一个可编程逻辑器件的发明者）以及中国的深鉴科技。ASIC是指专门为人工智能应用设计的专属架构处理器芯片，主流产品包括谷歌TPU、英特尔VPU以及中国厂商寒武纪的NPU、地平线的BPU，长期看ASIC是人工智能的最终趋势，但目前还存在开发周期长、底层编程灵活度低的劣势，短期内发展较慢。类脑型芯片突破传统架构、模仿人类大脑，还处于前期开发阶段，短期内不具备大规模商业应用的可能性，目前仅有IBM推出的TureNorth在技术上相对完整。

3.智能传感器

智能传感器作为人工智能的“神经末梢”，是帮助人工智能全面感知外界环境的核心元件，智能传感器的大规模部署是实现人工智能可靠落地的重要基础。尤其是在与传统行业相融合渗透的领域，智能传感器分辨、接收外界信号，并主动适应环境进行数据“提纯”“转化”的能力，是实现具体行业智能化的核心。智能传感器根据接收信号的不同可以分为温度、湿度、力、指纹、液位、气体、磁场、位置、光学传感器。人工智能时代的传感器需要能够根据外界环境进行相应的调整，从而提高数据传输的效率和准确性。传感器整体小型化、集成化趋势更加明显，应用范围广、适配环境多样的通用性传感器是未来发展的主要路径。

目前智能传感器行业的主导力量是国外厂商，例如博世（BOSCH）、霍尼韦尔（Honywell）、意法半导体、美国压电等。中国仅有少数厂商可以生产红外、光敏传感器，有部分企业开始尝试布局智能传感器领域，但发展有限。

人工智能基础层代表性企业如图5–3所示。



图5–3 人工智能基础层代表性企业

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

（二）技术层

人工智能技术层依托基础层运算平台、数据资源训练而来的参数结果进行建模，以开发面向不同领域、不同行业的应用技术。目前人工智能技术层主要集中于感知智能领域，即通过传感器、搜索引擎和人机交互实现人与信息、机器与信息的连接，获得人工智能分析建模所需的数据，如计算机视觉、语音识别、自然语言处理。可以说，技术层是人工智能获取信息输入和处理能力的基础，是机器学会“看”和“听”的核心环节。在技术层的基础上，人工智能才能产生更多面向行业和消费者的应用型产品。据中国电子学会预计，2020年人工智能技术层产业规模将达到342亿美元，其中语音识别规模最大，占比69%，计算机视觉占比24%，自然语言处理占比7%。

1.语音识别

语音识别技术的目标是让机器能够具备与人类相同的听识能力，让机器通过识别和理解的过程，把人类语音信号转化为计算机简单可读的输入，把人类语音词语转化为计算机能理解和操作的结构化语义，实现人机语言交互，从而为后续更复杂的人工智能应用提供进一步处理的数据基础。目前语音识别是人工智能技术层发展速度最快、应用范围最广泛的细分领域，在语音唤醒、声纹识别、语义理解、对话管理等核心技术领域发展迅速。与传统计算机或者手机终端的键盘、手写输入操作界面相比，以语音识别技术为核心的语音交互更贴近人类自然习惯，具备更高的便利性和可操作性，被认为是人工智能时代最重要的人机交互入口。

因此，搭载语音识别技术的各类智能语音输入系统和硬件设备成为目前业界最关注、发展最迅速的领域。根据IT桔子对人工智能技术应用热度的调研分析，语音识别技术热度仅次于智能机器人和无人机。整体来说，语音识别技术需要较长时间的研究积累，存在较大的技术壁垒，基本都是科技巨头企业参与。目前国外企业中苹果、三星、微软、谷歌、亚马逊都在语音识别领域有所发展，谷歌和亚马逊的智能音箱已经成为美国市场主流电子消费品。国内科大讯飞和百度

是基础语音识别技术的领导者，科大讯飞已经逐步建立起自身的中文智能语音识别产业生态，将语音识别技术应用于传媒、交互、翻译等多个细分行业中。百度则以自身语音识别技术为核心构建AI开放平台DuerOS，以API（应用程序编程接口）或SFK（软件开发工具包）的形式对外共享基础技术、应用场景，为企业提供一站式人工智能语音技术解决方案。阿里以“天猫精灵”智能音箱构建家庭智能人机交互，云知声主要提供智能家居、车载等物联网设备的语音技术解决方案。

2.计算机视觉

计算机视觉是指利用计算机及相关设备对生物视觉进行模拟，通过对采集的图像或视频进行处理、分析和理解，以识别不同模式状态下的目标和对象，从而获得人脸、手势等生物特征或相应场景的信息。从严格定义上，计算机视觉、机器视觉、图像视频识别存在细微的差别，但本文不做严格区分。计算机视觉作为人工智能传统研究项目，早在20世纪50年代就已萌芽，但它对计算能力的要求明显高出当时的计算水平，因而发展陷入了停滞。21世纪以来，以GPU为代表的数据处理芯片的诞生使并行计算成为可能，数据处理规模和速度都有了指数级的增长和改善，为计算机视觉发展奠定了重要基础，理论研究逐步向产业实践渗透。

在中国，计算机视觉受垂直行业推动较大，人脸识别、视频监控、图片搜索等细分需求使中国诞生了一大批优秀的机器视觉企业。同时，计算机视觉所衍生的一系列图像视频识别产品也在深刻地改变着传统产业。国内主要技术领先厂商包括商汤科技、旷视科技、依图科技以及专注于某一领域的Yi+（广告营销）、格灵深瞳（安防、自动驾驶）、云从科技（安防、金融）等。其中，商汤科技的视觉识别技术已经广泛应用于酒店、安防等社会领域，旷视科技FACE++已经在为蚂蚁金服等多家金融、科技公司提供技术支持，中国计算机视觉企业已经在产业上进入世界第一梯队。国外公司更多集中在底层技术研发

和整体解决方案供应，例如谷歌Google Lens和脸书的开源视觉识别软件。此外，计算机视觉还将广泛应用于工业机器人和自动驾驶领域。

3.文本识别

文本识别与语音识别一样同属于自然语音处理的大领域，主要是指通过计算机及相关设备自动识别文字信息，并进行相应的处理、分析、理解。文本识别是应用最早的人工智能技术之一，过去常用光学字符识别技术（OCR）对已有的文本信息进行识别处理。但在当今信息社会，文本信息呈现规模日益扩大、表现形式日趋复杂、语种交换频次增多的趋势，原有文本识别功能难以满足新涌现的产业需求。因此，结合人工智能其他技术衍生出的新型文本识别系统成为收集信息、提高工作自动化程度的重要工具。

文本识别是典型的应用类技术，在各个垂直领域中的应用方式有很大差别，而且往往需要嵌入某个系统性产品使用。因此，文本识别领域同样是科技巨头出于自身产品、服务需求参与研发，以增强自身产品的用户体验和用户黏性。例如谷歌、百度、科大讯飞将自身语音识别技术与文本识别相结合，开发出多语言即时翻译系统。此外，汉王作为传统中文文本识别企业也有较雄厚的技术积累，名片识别等常用商务场景也催生了CC全能王、云脉等一批细分领域文本识别企业。

4.云服务

云服务一般包含大数据资源和云计算平台，经过近十年的发展，云服务已经进入广泛普及、应用繁荣的新阶段，成为提升信息化水平和数字经济新动能的重要支撑。同时，云服务天然贴合人工智能具有的庞大数据计算量和灵活部署的需求，成为人工智能应用落地的基础性支持平台。目前云服务公司中亚马逊AWS保持着明显领先地位，加上第二名微软Azure和第三名阿里云基本上占据了全球云服务的主要市场份额，中国国内腾讯云、百度云、华为云也取得了一定程度的发展。此外，政府和行业需求也将推动一批行业云和私有云企业的发展。

人工智能技术层代表性企业如图5－4所示。



图5–4 人工智能技术层代表性企业

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

（三）应用层

人工智能应用层是指根据社会及用户需求，与垂直行业融合，将人工智能技术嵌入其中的各类产品应用，随着人工智能在基础层、技术层各个领域的突破性进展，人工智能将加速应用到更多的场景。应用层可以分为消费级应用和行业级应用。消费级应用是指直接面向消费者市场的终端型应用，主要包括自动驾驶、智能机器人、无人机、各类智能硬件等；行业级应用则包括智能家居、智慧城市、智能金融、智能安防、智能教育、智能制造、智能医疗等人工智能与传统行业深度融合的领域。根据工信部报告，预计到2020年，全国人工智能应用层产业规模将达到672亿美元，其中智能机器人、智能驾驶、智能教育、智能安防及智能金融产业规模将超过68%，我国人工智能产业规模将突破110亿美元。

1.智能机器人

智能机器人通常具有内外部信息传感器以实现人机互动，以及能够作用于周围环境的效应器，而最重要的是可以通过中央处理器进行判断、逻辑分析等信息处理过程，根据外部信息自主完成规定任务。一般将智能机器人分为工业机器人、服务机器人和特种机器人。工业机器人是指在新型工业生产模式下具备信息处理和自主规划、学习能力的机器设备。服务机器人范围则较为广泛，目前没有一个严格的定义，一般是指从事有益于人类健康的服务工作但不从事生产的机器设备，主要可用于家庭服务、休闲娱乐、移动助理、安全监护等家庭服务以及保养、运输、修理、救援等专业服务领域。特种机器人是指在高危及不确定的特殊工况下代替人类工作，用于军用、农业、地质、气象、电力、救灾等方面。

从近几年行业发展趋势来看，相对于工业机器人，服务机器人更贴近社会需求、技术难度较低，未来应用场景更为广泛，市场更为广阔。2017年中国服务机器人销量约为213万台，销售额20.6亿美元，约占全球服务机器人销售额的25%。但现有服务机器人一般应用功能比较单一，缺少深度学习能力，用户体验不佳，未来市场的进一步发展还

有待更高级人工智能技术的融合应用。目前服务机器人领域中，中国科沃斯、优必选、大疆在各自的消费级市场中较为突出，美的、海尔等家电巨头也进行了大量布局。工业机器人市场则由国际四大巨头占据，分别是瑞士ABB、德国库卡、日本发那科和安川电机。中国工业机器人企业在国内市场高速发展的情况下也进步明显。国家统计局数据显示，2017年中国工业机器人产量达到13万台，同比增长8%，国内龙头企业有新松、云南昆船、北京机科等。

2.自动驾驶

自动驾驶是通过车载传感器、高精度地图、高速信息传输等感知周围实时路况、行车速度、行车轨迹等，通过中央处理器识别、处理信息，从而通过汽车控制部件辅助驾驶员或直接做出驾驶决策，提高驾驶的舒适性和安全性。

自动驾驶领域主要有两大类参与者：一类是传统汽车厂商，以高级驾驶辅助系统（ADAS）的逐步升级提高传统汽车的自动驾驶功能，传统车厂的优势在于具有丰富的整车制造经验和完善的配套服务体系；另一类是互联网科技巨头利用人工智能技术的深度学习、自主决策能力直接设计自动驾驶汽车，其优势在于具有先进的互联网技术、成熟的人工智能算法和服务平台。根据咨询公司Navigant的报告，自动驾驶领域传统汽车厂商优势明显，福特、通用、雷诺日产、戴姆勒、大众分居前五，互联网公司谷歌排名第7、特斯拉第12、优步第16、百度第18。

自动驾驶领域除了整车设计商、生产商以外，各个环节的供应厂商也将迎来巨大的发展空间，细分产业链包括感知层的基础传感器、红外夜视仪、激光雷达，识别决策层的算法、芯片，执行层的各类执行设备以及高精度地图和5G高速网络。例如以色列Mobileye（已被英特尔收购）占据了90%的图像识别市场，博世拥有多项传感器技术专利。中国企业在底层零部件环节，如车载芯片、智能刹车、夜间驾驶辅助等方面发展较快。

3.智能家居

智能家居是以家庭住宅为平台，基于物联网、云计算、人工智能技术，利用网络通信、安全防范、自动控制、音视频技术，将与家居生活有关的智能设备进行集成，构建高效的住宅设施管理系统和家居生态圈，包括嵌入人工智能及物联网技术的冰箱、电视、空调等智能家电和窗帘、灯具等智能家具。智能家居住宅可以通过家庭网络实现远程设备控制、设备间互联互通，在人工智能融入后，具备深度学习能力的智能家居能够通过搜集住户日常生活数据，为住户提供个性化的居住服务，实现家居生活的舒适、安全、便捷、生态。

由于人工智能和物联网技术的发展，智能家居市场在2011年以后出现明显的增长，行业进入快速发展和融合演变期。2014年以来，传统家居厂商与互联网企业都开始密集布局智慧家居行业，但由于智能家居需要建立完整的生态圈才能体现其效果，目前还没有出现较为成功的全面覆盖型案例。此外，智能家居作为未来用户流量接入的重要入口，很有可能取代手机等终端的地位，因此智能家居成为互联网巨头们争夺的重要战场。近两年频繁推出的智能音箱就是智能家居生态圈的重要入口之一，国外亚马逊的Echo、Google Home、苹果的HomePod，国内阿里、百度、腾讯、小米、京东都有跟进。智能音箱的火爆一方面说明智能家居未来发展的潜力巨大，但也在另一方面暴露了智能家居行业发展的尴尬之处。虽然不断有各类明星单品推出，但成体系的智能家居生态系统的完整搭建始终很少，对于智能家居的种种愿景目前为止还都停留在纸面上，而没有真正实践。我们认为原因有二：一是智能家居相关技术水平不够，仅能提供较为单一的功能，而不具有现实必要性；二是消费者观念尚未转变，对于智能家居的接受程度相对不高。

目前传统家居厂商美的、海尔，智能硬件厂商小米、华为，互联网企业京东、阿里都在智能家居领域有所布局。值得一提的是，小米作为一家智能硬件零售商，其产品涵盖手机、电脑、路由器、灯具、

电视等多种消费级产品，虽然集合平台功能较简单，但已经基本具有智能家居生态圈的雏形。

智能家居概念如图5－5所示。



图5–5 智能家居概念

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

4.智能金融

金融作为一个拥有海量数据的行业，对数据的依赖性很高，金融市场中每天会产生大量需要处理和分析的数据。因此，金融业是一个天然适合于人工智能应用和融合的行业。随着自然语言处理、计算机视觉、深度学习等人工智能技术的成熟，金融业将面临人工智能技术带来的巨大变革。智能金融在前端可应用自然语言处理，如以语音识别为基础的智能客服来提高对客户服务的便利性和独特性，同时也可以此收集客户特征、客户需求等相关信息。在中台，可应用视觉识别技术对客户进行更加安全、可靠的身份认证，并对各类敏感金融数据传输过程进行加密和可靠接入。在后台，通过金融业产生的海量数据进行大数据分析，一方面增强对客户的了解，为客户精准画像并实施针对性营销；另一方面增强对金融市场的认识，提高投资水平和风险防控能力。此外，人工智能结合金融业的另一个重要作用是显著降低

金融服务的成本，使金融企业能够有意愿去服务净值较低的长尾市场客户，提高金融企业经营利润，真正实现金融的普惠性目标。

目前智能金融较为成熟的应用集中于客服、身份认证等中前台环节，通过各类技术实现金融服务的远程供给，降低金融企业的服务成本。但以数据挖掘为核心的风险防控、投资理财产品应用也在逐渐萌芽，银行多维度授信体系和智能投顾产品都已有问世。中国互联网金融发展领先世界，已经形成了足够容量的市场和客户观念，因此有理由相信智能金融在中国具有良好的发展前景。具体而言，由于中国人工智能产业在视觉识别领域积累较多，与金融融合产生的身份认证、风险控制将成为最先取得突破和进展的细分领域。

5.智能医疗

人工智能技术与医疗的融合主要体现在两个重要领域：一是利用智能设备辅助或代替医生进行注射、手术等医疗工作；二是对医疗数据进行深度学习，加速医疗技术发展。此外，人工智能较为浅层地应用于医疗的另一个方面是通过语音识别录入电子病历，并对信息数据进行结构化处理以建立诊疗数据库。这一方面虽然技术难度相对较低，但能够大大缩短医疗过程时间，减少医患沟通障碍，具有极为重大的现实意义。

在智能医疗设备方面，目前已经有较为成熟的手术机器人出现，用以解决手术过程中人工操作精度不高、长时间手术人工负担大等问题。美国Intuitive Surgical推出的达·芬奇手术机器人几乎垄断了微创手术领域，占据市场将近一半的份额。但由于技术水平有限、市场竞争不充分等问题，手术机器人价格极其昂贵，一台达·芬奇机器人国内售价约2 000万元，手术机器臂又是一种高价值耗材，综合计算每场手术比传统手术贵4万元左右。

在深度学习方面，目前业界着力于医疗影像的识别和深度学习，利用人工智能技术协助医生分析医疗影像，从而更加精准、定量地进行医学诊断。建立在大量医疗数据和真实病例上的深度学习，将更为

可靠地模拟医生的分析、判断过程，从而给出诊断结果和治疗方案。在国家公布的人工智能发展战略中，就将依托腾讯建立的医疗影像国家新一代人工智能开放创新平台列入四大平台之一。

6.智能安防

国内安防市场发展迅速，已经连续五年维持两位数增长，2016年市场规模达到5 000亿元以上。根据中国安防网数据，未来几年国内安防市场将出现持续性稳定发展，2022年接近1万亿元规模（见图5－6）。

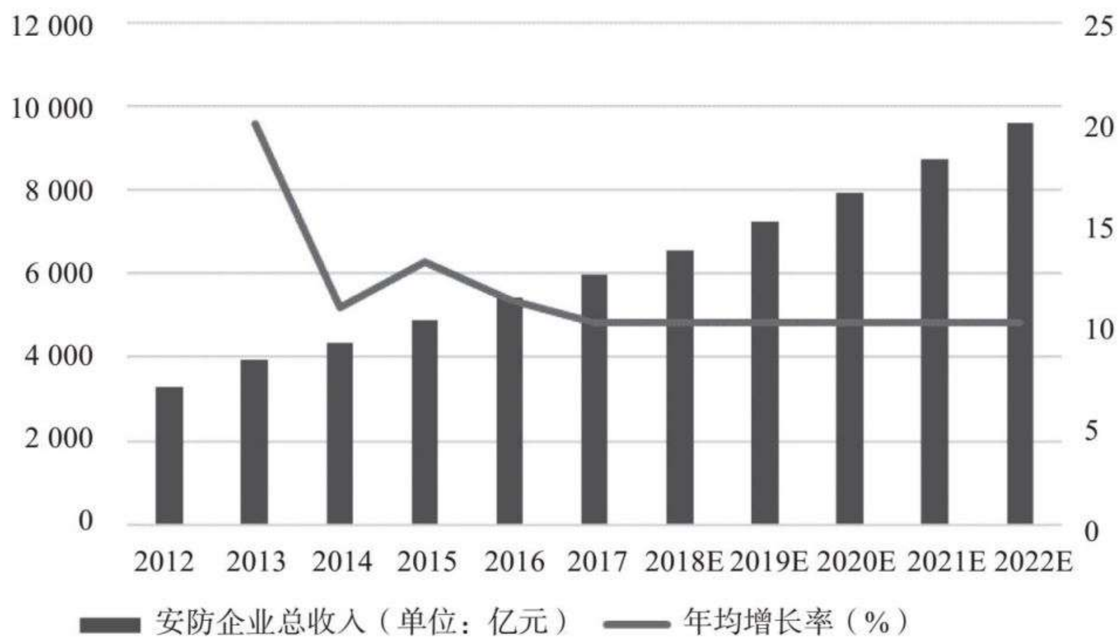


图5–6 中国安防市场规模

资料来源：中国安防网，工行投行研究中心。

我国安防行业通过过去十几年的发展已经基本实现网络化、高清化，但安防监控高清化后产生的海量数据没有得到充分利用，传统人工监控的方式已经不能满足安防需求，人工智能技术对海量非结构化数据的处理可以明显提高安防的效果和作用，安防系统正在由被动防御向主动判断预警的智能安防升级。随着智能算法、数据学习、智能硬件等各项基础条件的完善，安防行业正在全面迈向智能化。

目前来看，智能安防短期的主要产品是前端智能摄像头和后端的数据处理平台。通过智能摄像头进行目标检测和数据提取，通过后端平台处理数据、识别目标，进行事前风险监测预防和事后追踪。短期内，智能安防方案是基于现有普通摄像头，改进数据传输处理环节的中后端方案，这一方案部署成本较低、普及速度快，但长期看，部署集成有AI芯片的智能摄像头的前端方案是未来智能安防的主流。目前国内厂商在产品侧有传统摄像头龙头企业海康威视和大华股份，其智能摄像头基本采用英伟达Nvidia的GPU芯片，华为海思、地平线在视觉识别的芯片端也有所发展。此外，商汤科技、旷视科技等视觉识别厂商也将安防作为技术商用的重要场景。整体来看，我国在计算机视觉领域的技术优势有望在智能安防中率先落地。

人工智能应用层代表性企业如图5－7所示。



图5–7 人工智能应用层代表性企业

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

第二节
人工智能普及的开端：智能家居产业投资机会分析

一、智能家居发展的背景、现状与未来

（一）智能家居行业背景和现状

从行业背景来看，智能家居的发展大体分为三个阶段。

第一阶段（2002年及以前）是概念期。通过广播电台、电视、报纸和杂志等诸多媒体的宣传，部分居民已经了解到了“智能家居”这个概念；网络连接普遍走进了城市家庭；少量的高端住宅实现了部分意义上的智能化。

第二阶段（2002—2012年）是成长期。这也是中国互联网爆发的十年。此间有数百家智能家居相关企业成立，这些企业经历了野蛮生长、恶性竞争、过分夸大智能家居的功能、产品不稳定、消费者体验差、泡沫破裂等波动。许多智能家居生产企业退出这一市场，各地代理商结业转行的也不在少数。许多坚持下来的智能家居企业，在这几年也经历了缩减规模的痛苦。而在这一时期，国外的智能家居品牌却暗中布局中国市场，如罗格朗、霍尼韦尔、施耐德等。国内部分存活下来的企业也逐渐找到自己的发展方向，例如天津瑞朗，青岛爱尔豪斯、海尔等。进入2012年以来，市场开始了增长势头，智能家居的放量增长说明智能家居行业进入了一个拐点，由徘徊期进入了新一轮的融合演变期。智能家居一方面进入一个相对快速的发展阶段，另一

方面协议与技术标准开始主动互通和融合，行业并购现象开始出现甚至成为主流。

第三阶段（2012年至今）是爆发期。也是从这个时期开始中国移动互联网爆发，智能手机的产量从2011年不到1亿台一路增长到2017年的超过4亿台（见图5－8）。



图5–8 中国智能手机出货量评估（2009—2017）

资料来源：Canalys，工行投行研究中心。

因此，我们可以这样定义智能家居：以住宅为平台，基于物联网技术，由硬件（智能家电、智能硬件、安防控制设备等）、软件系统、云计算平台构成的一个家居生态圈，实现远程控制设备、设备间互联互通、设备自我学习等功能，并通过收集、分析用户行为数据为用户提供个性化生活服务，使家居生活安全、舒适、节能、高效、便捷。智能家居的概念虽然已经诞生超过20年，但在移动互联网迅速普及和消费升级的大背景下，近年来得到了广泛关注。不仅出现了大量初创公司（例如小米），全球互联网巨头如亚马逊和谷歌相继推出了自己的智能音箱，连传统家电企业海尔和美的等也已经将智能家居作为公司品牌定位和大力发展方向。

手机和智能化应用在人们的生活中扮演着越来越重要的角色。同时伴随着物联网技术的提升和成本降低，家居产品智能化的比例也高

速攀升。仅仅五年时间内，从电视到空调、冰箱、洗衣机甚至小家电都开始大量推出具备手机App远程操控和简单智能的产品。从2014年具备语音交互功能的亚马逊Echo的面市和热卖可以看出，人们对智能家居的热情和期待。

（二）智能家居市场规模

得益于市场上不断增多的智能家居硬件产品，中国智能家居市场规模在2016年出现明显增长。至2018年，随着主要的智能家居系统平台及大数据服务平台搭建完毕，下游设备厂商不断完善，智能家居产品被消费级市场接受，市场规模将达到1 680亿元，2020年该数字将超过2 000亿元（见图5－9）。中国智能家居市场AMC（创新研发应用成熟度）模型如图5－10所示。

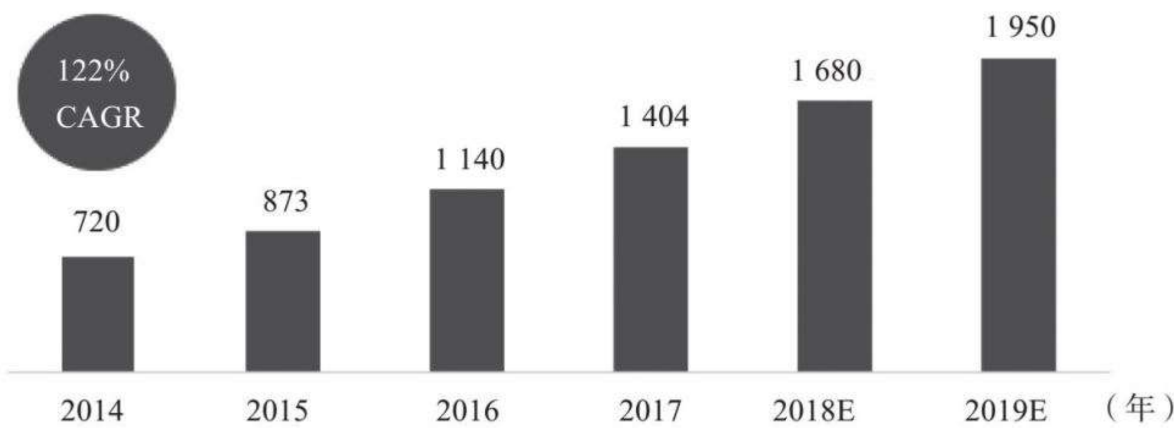


图5–9 中国智能家居市场规模（单位：亿元）

资料来源：IC insights，工行投行研究中心。

在消费升级的大背景下，很多新的家居品类出现，例如智能音箱、空气净化器、净水器、扫地机器人等。这些带着强烈互联网基因的产品一经面市就具备基础的智能化功能，例如多传感器、云端大数据分析、移动端App操作和语音控制等。即便在相对传统的家电行业，

经过多年的普及消费之后，伴随居民收入水平的提高和对品质生活的追求，升级逐步成为近期和未来几年发展的主旋律。

国内变频空调消费占比已超过50%，大容量多开门冰箱、变频滚筒洗衣机需求持续提升。国内智能电视渗透率由2012年的不足10%迅速提高到2017年的超过50%。家电消费高端化升级里面已开始包含更多的智能功能要求，在近期智能化的空调、冰箱、洗衣机、热水器新品密集推出已表现出来，同时消费者体验要求从单纯功能性向舒适性转变，价格承受能力也更强，家居智能化现实生活需求强烈。

互联网、通信技术的发展，逐步解决了智能家居间互通互联的障碍。随着通信设施日益完善和使用成本不断降低，国内互联网普及率快速提高。根据中国互联网信息中心发布的报告，截至2018年初，我国互联网普及率超过90%，智能手机作为主流沟通工具为普通民众接触熟悉，为操控智能电器打下使用习惯基础。新的5G通信技术和物联网协议，既可以满足部分设备对速度和即时性的要求，也可以满足部分产品对低功耗、稳定性的需求，这将使大规模智能家居无线通信互动和远程遥控感应具备可行性。

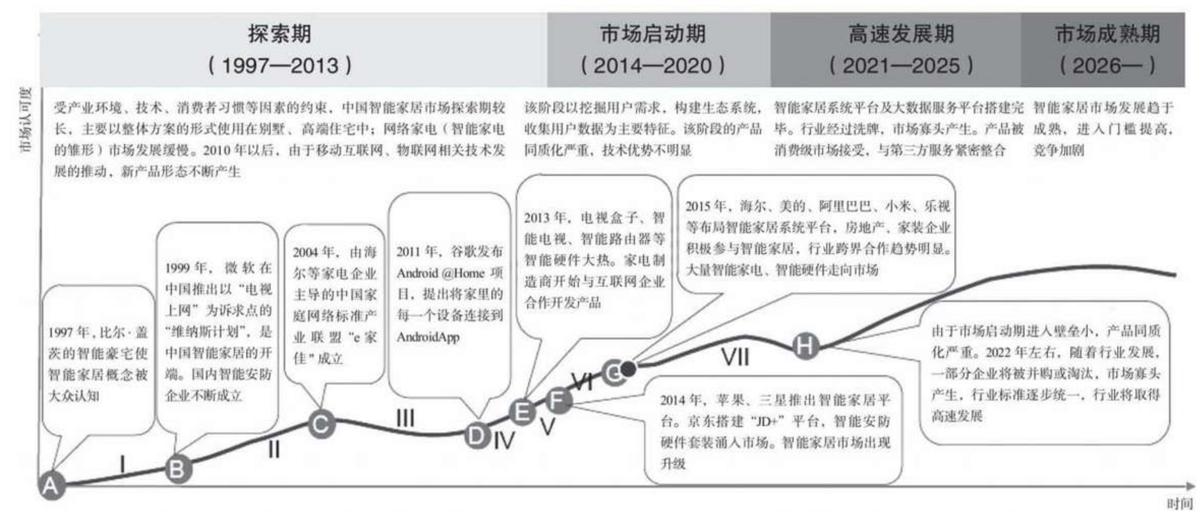


图5–10 中国智能家居市场AMC模型

资料来源：易观研究院，工行投行研究中心。

（三）发展趋势

物联网被预言为继计算机、互联网与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮，被看作是一场新的技术革命，并且作为战略性新兴产业，互联网已被写入我国政府制定的“十二五”规划，上升到国家战略。2012年工信部正式发布《物联网“十二五”发展规划》，圈定重点发展的九大应用，包括智能工业、智能农业、智能物流、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗和智能家居。智能家居是物联网在家庭生活中最典型、最现实的应用。在2012年建设部出台的规划中，预测未来60%以上的新房都具有一定的“智能型家居”功能。

互联网、物联网技术对传统产业的改造是产业发展的主要趋势。各行业主动拥抱互联网，催生生态系统的快速发展。除了政治环境，经济环境、社会环境和技术环境同样利好智能家居的发展，比如中国居民收入较快增长带来的购买力提升；城镇人口增多和社会老龄化的到来，使得减少人工劳动的诉求（例如洗碗机、净水器）增加；随着技术进步，传感器可以以很低的成本被整合到产品中。智能家居也是IT向传统家电产业渗透发展的必然结果。近年来信息化的高度进展，通信的自由化与高层次化、业务量的急速增加与人类对工作环境的安全性、舒适性、效率性要求的提高，造成家居智能化的需求大为增加。此外，在科学技术方面，由于计算机控制技术的发展与电子信息通信技术的成长，也促成了智能家居的诞生。

如果从广义的建筑来看，智能家居设备主要应用在智能建筑之中。智能建筑行业发展潜力极大，被认为是我国经济发展中一个非常重要的产业，其产业带动作用更是不容小觑。据统计，美国智能建筑占新建建筑的比例为70%，日本为60%，而我国在30%左右。

从产品形态看，智能家居将会经历三个阶段。

第一阶段：单品智能化。创业公司和家电企业会呈现从两端向中间走的态势，创业公司优先选择小型家电产品，如插座、音箱、电灯、摄像头等，而家电企业则优先选择大型家电产品，如电视、冰箱、洗衣机、空调等。有些品类市场已经非常稳定，需要等待更新换代的周期。

第二阶段：单品之间联动。首先，不同品类产品在数据上进行互通，然后，不同品牌、不同品类产品之间会在数据上做更多的融合和交互。但这样的跨产品的数据互通和互动大多可能还是没办法自发地进行，只能人为去干涉，比如通过手环读取智能秤的数据，通过温控器读取手环的数据等。

第三阶段：系统实现智能化。系统的智能化也是跨产品数据互通和互动之后再进一步的结果，不同产品之间不仅可以进行数据互通，并且可将其转化为主动的行为，不需要用户再去人为干涉，比如智能床发现主人太热出汗了，空调就启动了，或者是抽油烟机发现油烟量太大，净化器就做好准备开始吸附粉尘颗粒物并除味。系统实现智能化是建立在具备完善的智能化单品以及智能产品可以实现跨品牌、跨品类互动前提下的，这需要智能家居中的所有产品运营在统一的平台之上，遵循着统一的标准。

从控制系统看，智能家居也会经历三个阶段。

第一阶段，手机控制。对于很多产品来说，有手机控制未必比没手机控制智能，很多厂商将手机控制作为智能的必要条件，其实就是在强求用户控制，不仅没有给用户带来智能的感觉，反倒成了拖累。智能家居产品应该在某种程度上当家作主，不去主动打扰消费者。例如洗衣机看重的是洗涤速度和洁净程度，空气净化器看重的是清洁速度和噪声大小，热水器看重的是加热效率和安全性，如果这些核心的功能没有得到提升，而只是增加联网功能支持手机控制开关，并无实际意义。

第二阶段，各种控制方式结合。除了手机控制，智能家居产品已经出现了触控、语音、手势等多种控制方式，洗衣机、净化器等现在都出现了支持触摸控制的产品，语音控制则更多体现在电视、智能音箱等产品上，而手势控制在水杯、空调、音箱上都有应用。现在手机之外的控制方式虽然很多，但各种方式只适用于个别家电产品，还没有广泛交叉使用。在单纯的手机控制之后，这些操控方式一定会融合在一起，一个产品也不限于一种操控方式，可能既能手机控制，也能语音、手势等控制。

第三阶段，感应式控制和系统自学习。理想化的智能家居能够感应用户的状态，进而对设备进行调整，做到无感化，如空气般存在。如人来灯亮人走灯灭，有人在房间里的时候空调设置为26℃，而屋内无人时，空调自动调为28℃以节省电力。如洗衣机中自动识别衣服的材质并选择最合适的洗涤模式等。变被动为主动是智能家居必然的进化之路，目前实际上已经有厂商在尝试，比如带着手环靠近电视，电视会识别到人离得太近，自动降低屏幕亮度或暂时将屏幕背光关闭以达到保护人眼的目的。变被动为主动需要大量传感器的介入，温度传感器、亮度传感器、距离传感器、心率传感器等，未来的智能家居可以说就是由各种传感器组成的。在智能家居实现了主动自动化之后，才会真的给人带来智能的感觉。

智能家居面临的挑战和问题有：标准未统一，商品同质化质量参差不齐，产业链缺乏整合（硬件、技术、内容等），语音和交互体验仍待完善。其中，统一的通信标准是目前智能家居面临的最大挑战。

二、智能家居产业链

智能家居的最核心部分来自产品，包含：

①娱乐系统：智能电视、智能音箱等。

②安防系统：智能门锁、智能烟雾探测器等。

③开关控制系统：智能插座、智能窗帘等。

④照明系统：智能灯泡、智能光线控制等。

⑤厨卫家电：智能冰箱、智能洗衣机、智能油烟机、智能灶台、智能净水器、智能电饭煲、智能扫地机器人等。

⑥健康医疗系统：智能睡眠监测、智能健康监测等。

⑦室内环境系统：智能空气净化器等。

针对这些硬件产品，硬件的供应商，比如芯片、传感器、无线通信模块等的供应商不可缺少。我们已经可以看到，传感器、芯片、材料等硬件的发展在快速推动着智能家居产品的创新。目前有些零部件例如芯片仍大量被国外厂商把持，国内企业在关键技术上仍需继续突破。传感器、材料等领域将会产生柔性屏等技术突破以及人机交互模式的创新。Wi-Fi、ZigBee（一种低速短距离传输的无线网络协议）、蓝牙等多种无线通信方式各有优劣，厂商各自联盟，未来较为统一的行业通信标准将逐渐形成。

另外，还有软件系统供应商，尤其是机器学习、云服务平台、大数据服务等供应商的服务和技术得以提升。这些软件技术的提升可以帮助硬件更加智能化。国内企业应抓住新一轮技术浪潮，在大数据、语音识别、云计算等技术研究中达到行业领先地位。人工智能及物联网技术的发展推动智能家居系统化，人机交互模式将由传统的由人来控制，向智能家居产品自动感应、自动反馈方向发展。

需要引起我们特别注意的是，互联网巨头和智能家居产品大厂都在争夺智能家居平台。智能家居产品之间若要能相互沟通，那么一定需要一个所有人都接受的协议或者平台，例如亚马逊的Echo（后文会详细分析）。在早期，用户可以通过这个平台集中控制家居中的所有智能产品。如果没有这个平台，那么用户需要为每一个智能产品单独

安装一个App，这会带来极大的麻烦，也背离了智能家居让人们生活更简单的初衷。因此，这样一个控制中枢在目前就显得非常重要。随着智能家居平台的完善，在过渡时期作为控制中心的手机将逐渐被其他更适宜的智能家居系统控制方式所取代，现有的智能音箱、智能路由器、家用服务机器人等都在向智能家居控制中心发展。

最后还有销售的渠道。智能家居产品对产品体验及售后服务要求较高，厂商通过布局线上线下渠道，为消费者提供良好的服务。房地产和家装公司从前装市场进行布局，打造一站式系统化的智能家居。

中国智能家居产业链生态图谱如图5－11所示。

图5–11 中国智能家居产业链生态图谱

资料来源：易观，工行投行研究中心。

三、智能家居产品

（一）智能音箱引爆新一轮智能家居浪潮

2014年，亚马逊Echo的推出标志着智能音箱和智能家居进入新一轮爆发期。随着AI算法的进步和数据积累的指数级增长，以深度学习

等技术为手段的AI应用，尤其是图像识别和语音交互进入应用阶段。亚马逊Echo以语音交互为重点，目标是成为智能家居控制中心。

最早推出智能音箱的先行者是成立于2002年的Sonos公司（美国品牌），其家庭无线智能音箱系统可以让用户通过终端App遥控播放器，用流媒体方式播放音乐。其产品创新性地为每一款产品都添加了智能芯片和无线模块，在移动控制端嵌入互联网音乐服务，开创性地使Sonos成为集海量音乐内容管理、无线音乐播放控制等功能于一身的无线智能音箱系统。其Controller App在功能上也超越单纯的播放遥控器，变成了满足移动端用户音乐管理需求的应用。伴随着这个大胆的转变，人们开始更好地将单一的产品与个人内容相结合，标志着一个生态构建的开端。

亚马逊2014年推出的Echo，目前已经成为美国市场智能家居的代名词。它搭配虚拟语音助手，本身也满足了一个高品质音箱的功能，配有低音单元、高音单元和低音反射腔等。同时又具备上网与语音识别功能的蓝牙音箱产品，可以通过手机、电脑连接音箱进行控制。Echo支持智能家居类的控制产品和App操作，例如外卖、电商购物、机票与酒店预订等。不仅如此，Echo的语音识别功能可以在嘈杂环境中实现远距离识别，这也是单品快速实现放量的重要原因。自2014年11月发布到2018年1月，亚马逊Echo系列（包括Echo、Echo Dot和Tap）用户已达到1 500万，2017年实现1 000万台的销量。

与智能手环等购买后弃之不用的电子新品不同，Echo用户的使用率和满意度都很高。根据Experian（益博睿，信息服务公司）2017年对近1 300名亚马逊Echo用户进行的市场调查发现，1/3的Echo用户每日使用3次以上，80%家庭中至少有2名家庭成员与Alexa（亚马逊子公司，专门发布网站世界排名的网站）互动。平均每个用户至少尝试过8项Alexa的技能。39%的用户表示会越来越频繁地使用Echo。Echo的成功除了因其攻克了语音识别技术（准确率高，延迟只有0.1秒，并可连续提问）以外，越来越多的第三方应用使其可为普通家庭带来实用价

值，则是更为根本的原因。2017年8月Alexa平均每月新增技能约1 000个，总技能数量已突破20 000个。内置虚拟助手Alexa的基本功能包括点播音乐、询问天气和交通、播报新闻、添加日历行程、购买商品等。而通过Alexa Skill Kit（ASK）的Alexa第三方开发者数量已达到万人级别，可供使用的技能覆盖用户生活的方方面面，包括优步叫车、查询银行账户余额、订比萨、控制智能家居产品、玩游戏等。据VoiceLabs（一家调查公司）调查，音乐流媒体和图书、家庭自动化（如控制飞利浦Hue灯）、新闻和播客等是最经常使用的第三方应用。其中，虽然家庭自动化的应用程序数量相对较少，却是一个核心用途。

消费者购买Echo的主要原因，如图5－12所示。

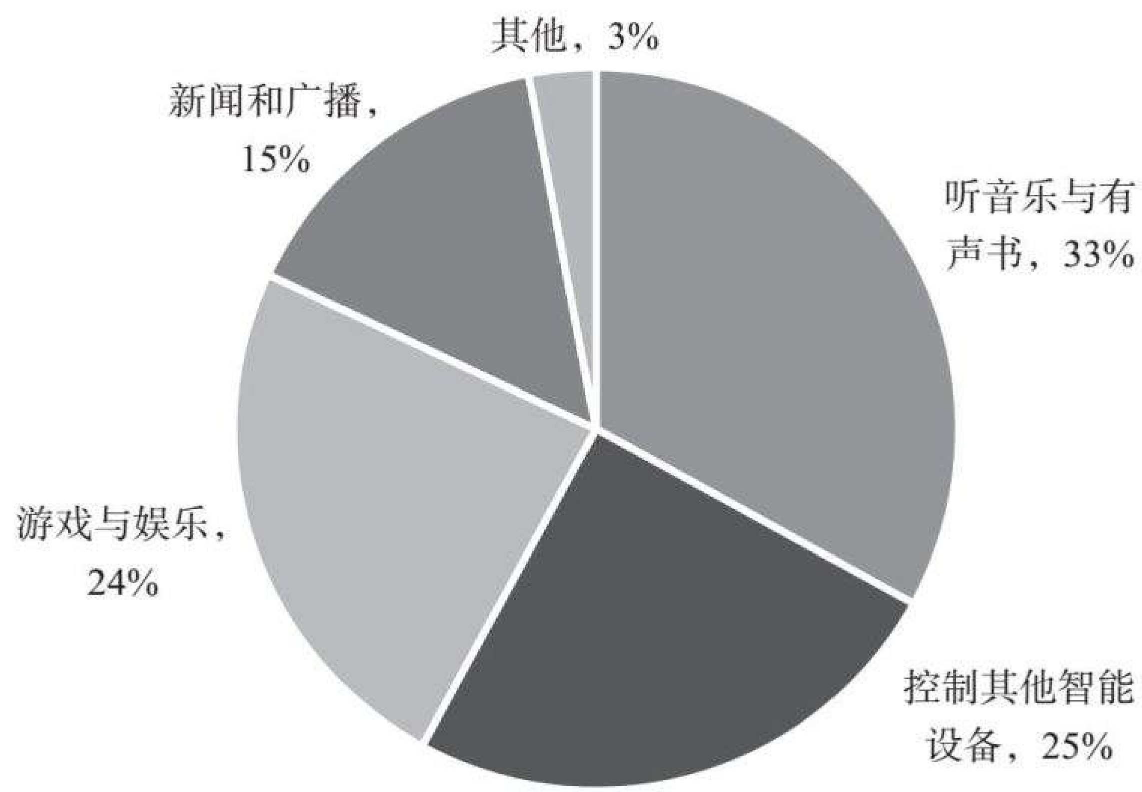


图5–12 消费者购买Echo的主要原因

资料来源：VoiceLabs，工行投行研究中心。

目前市场上的智能音箱按照功能划分主要有两种。一种是以Echo为代表的智能助手类，以语音交互技术为重点，成为智能家居的控制中心，国外典型产品有亚马逊Echo、苹果HomePod、谷歌Home，国内有京东的叮咚音箱、阿里巴巴的天猫精灵。另一种是以内容分享为主的智能音箱，将音箱作为音乐、有声读物等流媒体内容的载体，国内以喜马拉雅的小雅为代表。2017年中国上市的智能音箱产品对比，如表5－1所示。

对比传统音箱，智能音箱最主要的优势体现在以下几个方面。

第一是语音交互，包括语音识别、语义理解，提供更为自然的人机交互模式。语音交互是智能音箱的最主要特点，也有非常高的门槛和技术壁垒。相关技术一方面来自百度和阿里巴巴为代表的实验室，这些实验室拥有中国最领先的语音交互技术，已经取得度秘（百度出品的人工智能秘书）、AliGenie（阿里巴巴人工智能实验室发起的开放平台）语音助手等成果。另一类是AI初创公司，以科大讯飞和思必驰为代表的语音交互技术公司，为合作伙伴提供技术支持。

第二是内容服务。这些服务包括娱乐、商务、购物、出行、生活、O2O等，例如京东旗下的电商平台，阿里生态中的天猫、淘宝、虾米音乐以及滴滴、饿了么等第三方服务平台等。传统内容服务商比如喜马拉雅等，占据版权优势，提供用户所需要的大量内容资源，这些服务都可以被整合进音箱服务中。

第三是智能家居控制。实现对照明、安防产品等其他智能家居产品的控制，并能够以场景化的定义操控指令，使智能音箱成为智能家居的控制中心。而这些方面也是评价智能音箱的核心指标。除此之外，智能音箱以其小巧轻便、相对固定的位置摆放，可在客厅、厨房、卧室等多个场景中单独或联通使用，提供提醒、社交、娱乐、购物、外卖、出行、缴费等全方位服务。同时作为潜在的家居控制中心，可对照明、电视、窗帘等家居产品实现整合控制，使人们的生活更为智能便利。

表5-1 2017年中国上市的智能音箱产品对比

品牌&名称	喜马拉雅小雅	Rokid Pebble	小米AI音箱	天猫精灵	京东叮咚2代	Tic home
语音助手	小雅	若琪	小爱同学	天猫精灵	叮咚	问问
产品定位	陪伴你的邻家女孩	别具一格的智能助手	一句话的事儿	个人专属的万能助手	尽可能少地打扰用户	来自未来的智能助理
上市时间	2017年6月	2017年6月	2017年7月	2017年7月	2017年9月	2017年9月
外观	蓝/红/灰三色 织物	亚枪/银/玫瑰金"细胞"	白色	黑/白两色 喷漆	蓝/红/灰三色 织物	黑色 织物
售价	999元（赠喜马会员两年）	1399元	299元	499元	799元（赠180分钟通话）	998元（QQ音乐会员一年）
购买渠道	京东、天猫、喜马拉雅	京东、天猫	天猫、京东、小米官网	天猫	京东	京东、天猫、出门问问
语音技术	猎户星空	若琪	小米大脑	AliGenie平台	科大讯飞	出门问问
支持内容	★★★★☆	★★	★★★	★★★	★★★★	★★★
智能家居应用	☆	★★★	★★★☆	★★★	★★★	☆
第三方服务	☆	☆	☆	☆	★★★★	★★★
USP	喜马拉雅FM海量音频	独特外型 多轮对话技术	控制小米生态链产品	"声纹支付"购物方便	自定义唤醒词 拨打电话 屏幕语音双交互	多轮深度对话 Tic watch/ Tic mirror 多方互联

资料来源：GFK，工行投行研究中心。

科技巨头、互联网巨头、技术厂商、内容厂商、传统音箱厂商相继进入智能音箱市场。数据显示，目前入局智能音箱市场的企业已有超过百家。ABI Research（一家数据通信技术调查公司）在2016年发布的预测报告指出，预计到2022年，支持语音控制的装置出货量将达到7 500万台，其中智能喇叭/数位语音助理预计达到4 700万台，预计智能音箱销售量将会逐步上升，未来三年内复合增速将保持50%以上。

智能音箱和智能语音助手的出现成为催化剂，有可能使智能家居产品的渗透率从目前的全国平均不到10%加速提高到2025年的40%。与手机相比，语音控制更为自然方便，使智能家居产品更易被普通消费者接受。亚马逊和谷歌提供的开发工具也帮助厂家克服技术难题，转而专注自身的产品设计。对厂商而言，家电智能化不仅带来短期消费者更新换代的需求，更会在长期引发行业价值链的转移，从产品销售驱动转向持续服务驱动。过去智能家居以功能为导向，缺乏节点和交互中枢，直到智能音箱的出现改变了这种情况。通常互联网公司以软件为主，但随着移动互联网增量空间见顶，流量被少数巨头掌控，流量成本也越来越高。随着互联网公司向物联网领域转型，音箱具备天

然的流量，而流量是物联网时代重要的突破点，智能音箱有望成为新的控制中心。同时音箱又构成了智能家居里面的一个重要环节。音箱公司与互联网企业致力于推广智能音箱，打造兼顾多家互联网音乐应用的硬件播放平台，并在此基础之上基于语音交互不断拓展功能，从控制智能家居产品到提供内容和服务转移，为消费者打造智能家居更好的体验。

语音交互虽然是打开智能家居的突破口，但智能音箱只是其表现形式的一种，国内外厂商也在积极探索新的形态。开发语音交互，解放人类的眼睛和双手是一个必然趋势，但目前这个阶段消费者体验还有较大的提升空间，还存在远场识别差、误唤醒概率高、连续对话功能不稳定等问题，预计语义对话和理解能力差是消费者不满意的主要原因。互联网巨头如谷歌、亚马逊、百度、京东，硬件厂商如小米和新型的智能硬件公司以及传统音箱行业公司都看到了智能音箱潜在的智能家居入口地位，相继推出了自己的产品，积极布局，例如哈曼卡顿与微软合作，索尼与京东合作。

中国智能音箱市场2016年销量只有不到50万台，2017年增至200万台，2018年有望达到500万台（见图5－13）。

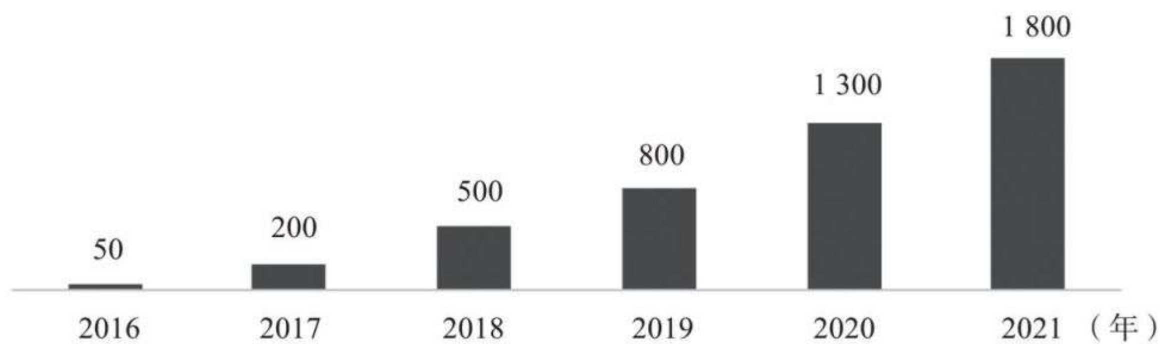


图5–13 中国智能音箱市场规模（单位：万台）

资料来源：IC insights，工行投行研究中心。

（二）家用电器电子类产品加速智能化

从上文产业链的分析中我们可以看到，未来“完整”的智能家居包含非常多的产品，从传统家电类的空调、冰箱、洗衣机、烟灶到新兴的家电品类例如洗碗机、净水器、空气净化器，从小家电的电饭煲、榨汁机到照明系统的灯泡、窗帘，从娱乐系统的电视、音箱、机器人到安防系统的智能门锁、智能传感器，甚至还有家庭陪伴或健康领域的监测与交互装置。其中有些产品，例如空调、冰箱、洗衣机，伴随着中国经济的高速增长渗透率已经接近饱和，亟待寻求智能化转型作为新的卖点。也有些产品如净水器、家用机器人刚刚进入人们的生活，还有大量的增长空间。

以空调为例。国家信息数据中心发布的《2017年度智能空调市场白皮书》显示，截至2017年12月，国内智能空调占整体空调市场销售量比例已达19.5%，智能空调自然年度销售量同比增长49.3%。对于整体空调行业而言，2017年所呈现出来的产品功能化创新，是空调产品本体功能的突破。2017年智能空调销售量占比前三位品牌合计占智能空调销售量的95.06%，比2016年增长9.72个百分点，其中海尔以46.78%仍然保持领军地位。

促使空调智能化的驱动力主要有：①智能化通信模组的成本在不断降低，2017年的模组成本普遍是2016年的50%。②电商推动。电商为实现品牌智能化、搭建生态圈会要求平台渠道销售的特定产品智能化并且接入指定系统，例如天猫精灵、京东智能家居等。③远程操控的天然需求。空调天然具备远程操控的特点。家庭中会面临多个房间多个遥控器，且没电的情况。空调的操作指令也相对简单直接。④技术的不断完善。智慧家居解决方案降低了后期用户安装的成本，系统集成也有效改善了用户体验。语音交互技术的成熟使得语音交互的接受度提升。

除了空调外，其他家用电器也在向智能化路线发展，但速度会略有不同。需要注意的是，这些设备本身是为了满足特定功能需求，例

如净水器要净水，空气净化器要净化空气，智能化的结果是某种程度上增加了产品的使用便利性，并没有本质上改变产品的特质。

冰箱、洗衣机、烟灶等大型家电：因为需要近场操作，智能化速度落后于空调，但语音交互技术的进步可能会推动其智能化普及的进程。家电大品牌商如海尔也在推动家电全面联网智能化。

微波炉、电饭煲等小型家电：单价仅为百元的小家电安装模组会有较大的价格压力。部分厂商已经在超过千元的高端型号上试点智能化并作为其主要卖点，并且仍在通过市场的反馈不断调整策略。在市场反馈积极的情况下可以短时间内实现大规模普及。

电视：电视的主控芯片类似手机，且多使用安卓系统，因此电视芯片类似于手机芯片，广泛集成了通信功能，并不需要额外的通信模组。

家用电器按品类划分的智能化比例预测，如表5－2所示。

表5–2 家用电器按品类划分的智能化比例预测

家电名称	2016 年产量（万台）	2016 年联网比例	2020 年产量（预测）（万台）	2020 年联网比例预估
空调	11 000	5%	10 800	40%
冰箱	8 400	<3%	7 000	20%
洗衣机	6 200	<3%	6 000	20%
电饭煲	25 000	<3%	20 000	20%
油烟机	约 3 000	<1%	约 2 500	5%
灯具（非灯泡类）	20 000	<1%	20 000	10%
其他：微波炉、电风扇等	数千万	<1%	数千万	5%
电视	15 000	42%	15 000	60%

资料来源：国家统计局，中国产业信息研究院，工行投行研究中心。

除了空调还有很多新兴的单品出现。比如智能烟雾探测器、智能门锁、智能恒温器等。但这些设备本身功能性还只是被少部分人接受，在智能家居的场景中虽然潜力很大，但目前还并不是核心的部分。

（三）颠覆性智能硬件产品可能出现

回顾历史上的技术与产品创新，可以发现，颠覆性的应用最典型的特征就是能够触摸到消费者需求的“痛点”，iPhone（苹果手机）相较于之前的智能手机，就是深刻把握了用户在移动终端的上网需求，触摸屏技术成就了解决用户痛点的颠覆级应用，实际上这种技术解决的是移动终端的人机交互问题。

我们认为，未来的智能硬件诞生必须要建立在人机交互更为智能化和人性化的基础之上。能够做到这一点的智能硬件产品，将有机会成为数据流量和内容的入口，并形成新的商业模式。我们把智能硬件与用户的人机交互过程抽象为三个环节，分别是信息收集、信息处理和结果反馈三个步骤。

1.信息收集环节的感知交互

智能家居时代的信息交互，将比移动互联网有实质性的进化，主要体现在实时的被动交互取代间歇性的主动交互、协同交互取代单一交互模式、采集多维度的信息取代单一信息。具体来看：

实时的被动交互取代间歇性的主动交互。理想中的智能家居硬件应该没有“离线”“关机”这些状态。与智能硬件交互，大部分情景下用户不需主动“输入”任何信息，用户不会直接接受反馈，但依然完成交互。例如用户在走路时，在睡觉时，智能手环都在记录用户的信息，因此我们判断，未来智能家居领域内实现被动实时交互的重要路径是智能摄像头或者人体运动感应装置或者其他某种新型数据感知模式的迅速崛起。

协同交互取代单一交互模式。智能家居体系中，不同的智能硬件能够从不同的维度实时提取用户本体和周围环境的数据，不同终端采集到的不同信息会被传递到云端，让超级平台更为全面地掌握用户状态，从而实现智能化的操控体验。Nest（谷歌子公司）的恒温控制系统就是通过对人体位置、环境温度等多层次信息的收集来实现节能条件下的室内恒温控制。这方面的技术难点在于对不同硬件终端的交叉控制和不同终端所提取数据之间的综合分析能力，主要依赖于未来的智能家居中央控制平台的计算和控制能力。我们认为未来智能家居现有的产品线中，能够率先形成协同交互的智能单品可能是智能摄像头、智能音箱等产品群。它们分别作为智能家居系统的“眼睛”与“耳朵”交叉感知用户和环境的情况，并且将收集到的信息在云端进行汇聚，识别出具体的场景，指挥后续的应用和服务跟进。例如，空

气传感器会感知到用户室内的气压低且空气湿度大，智能摄像头能捕捉到用户在咳嗽出汗的画面，云端的数据库显示今天的空气质量指数为重度污染，综合以上数据，云端的控制中心会打开家中的智能空气净化器，把空调的除湿功能打开，并提示用户出行最好携带口罩。以上的应用场景将建立在未来的智能家居传感器群的协同交互的基础之上。

采集多维度的信息取代单一信息。移动互联时代的主要采集类型局限于文字、图像、语音、视频和位置等，感知技术的发展是信息采集能力的瓶颈。现有传感器已经可以采集重力感应、压力感应等“听”和“看”以外的信息，未来感知能力的提升让智能硬件能够采集多元化的用户信息，包括一些还很不完善的用户感觉，如味觉、嗅觉等。以医疗应用为例，未来可穿戴设备可以和医院体检中心的设备一样，实时地采集人体的各种体征体感数据，将这些数据传送到云端，被分析后反馈给用户，即需要在饮食健康和体育锻炼上的注意事项，身体有哪些异常情况需要及时就诊和治疗，等等。要实现这个完整的O2O闭环，在最初的信息收集环节，必须有赖于感知技术的颠覆性创新出现。我们认为，未来围绕人体健康管理的智能可穿戴设备将在多维度信息采集方向形成突破，智能手表/智能眼镜/智能手环等产品对人体健康数据的检测能力将持续提升。智能家居的单品中，以智能血压仪/智能体重计/智能体脂仪为代表的居家健康智能硬件产品，将会成为用户家庭体检中心，为后续的健康管理服务提供数据支撑。

2.信息处理环节的人工智能和大数据分析

在信息处理环节，如何将搜集来的信息进行处理，理解用户的意图，做出符合用户需求的反馈，是智能家居真正实现“智能”的关键，它有赖于人工智能和大数据分析技术的突破。智能硬件相比传统硬件，对用户的理解能力有较大的提升空间。未来在智能硬件领域做大数据分析开发，可能是基于以下的场景：智能硬件终端读取用户微信朋友圈的数据、电商交易数据、可穿戴设备的人体数据、智能家居

设备搜集的环境数据，云端的大数据分析中心发现了用户的各种情绪以及需求曲线，再根据这些数据的呈现开发出一套软件的模型放置于云端供服务商使用。一方面，个人用户的全面数据被抓取分析后，服务商可全面掌控个人需求，进而提供后续精准营销；另一方面，从无数个体用户的需求曲线中拟合出群体特征，形成类似于百度迁徙热度图之类的对真实世界的还原，从而指导服务商更好地为客户群体提供产品和服务。这种交互式数据挖掘技术完全不同于现阶段数据挖掘技术。现阶段的数据挖掘主要用来在固定人类信息行为后辅助人类做决策，交互式数据挖掘则是不断根据数据自动变化的超级大脑，让用户的需求自然暴露，然后为他们实现满足需求的功能。

3.结果反馈环节和虚拟实现技术

互联网时代的信息展示和反馈方式仅有显示屏和耳机，视觉和听觉都被局限在一块屏幕和一只耳机上。尽管屏幕的尺寸越来越大，分辨率越来越高，但从用户体验的角度上看，屏幕本身就是虚拟和现实之间不可逾越的鸿沟。它会明确告诉用户，屏幕里面的是虚拟世界，在信息展现形式上受制于屏幕尺寸、清晰度和二维视角的多重障碍。虚拟现实（VR）能产生一个三度空间的虚拟世界，通过对人类视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者及时、无限制地观察三度空间中的事物，如同身临其境。虚拟现实技术不仅在游戏方面有较强的应用，它的成熟还会大幅度改变我们的生活。未来虚拟现实的显示产品（头盔、眼镜）可以像日常的眼镜一样佩戴。最终的目的是，所有显示终端都可以用眼镜来实现。增强现实（AR）会越来越普遍，比如你伸出一只手，上面出现一个手机屏幕，可以进行操作，但是这个手机实际上是通过眼镜投射在你的视网膜上出来的虚拟幻象。

四、核心技术

（一）平台与操作系统

在未来的智能家居技术架构体系中，信息处理是最为核心的环节，掌控这个环节的平台将负责整个智能家居环境的集中控制运行和资源调配，相当于整个智能家居体系的“大脑”。谁能够成为这个云端平台的掌控者，也就奠定了智能家居产业链的核心地位。市场上对智能家居的核心控制平台的认识主要有以下三种类型。

（1）智能家居系统将由统一的操作系统软件进行控制和操作，类似于智能手机中的iOS和Android，未来将是得操作系统者得智能家居的天下。

（2）智能路由器或智能盒子这一类智能家居的数据和内容的入口硬件设备将成为智能家居体系的控制中心，因为所有的其他设备与用户的交互，与云端服务的交互都需要通过它们这一道关，它们将成为数据与内容的集散中心。

（3）统一的平台接入协议和应用接口标准将成为智能家居系统从单品走向集成的必经之路，因此，未来掌握统一协议与接口标准的企业将一统智能家居行业的江湖。

我们对于以上三种主流判断持不同的意见，主要理由如下。

（1）智能家居体系未必会诞生统一的操作系统。智能家居体系中，并不需要存在和智能手机iOS和Android一样的统一操作系统。因为，智能家居体系的设备是不需要被用户亲自“操作”的。家电替代手工劳动，信息交互是功能导向的，不需要复杂的信息输入输出。如果从搜集信息到处理信息再到结果反馈的过程看，白色家电的定位是在结果反馈端，处在被集中控制实现家庭自动化的功能的环节。在成本的限制之下，家电尤其是小家电不可能具有与智能手机匹配的CPU、内存、存储、I/O（输入/输出）这些计算资源。至于其他家居例如窗帘、门锁、开关、插座、厨具，更是不大可能拥有计算能力。因此，包括白色家电和建材在内的智能家居的功能性设备需要被控制，但不需要统一的操作系统实现人机交互。在智能家居体系中，负责感知用户和环境的任务还是会落在以手机、平板电脑、电视、PC（个人计算

机）、穿戴设备为代表的智能硬件身上。与智能手机时代不同的是，智能家居时代的信息收集是智能硬件主动、实时完成的，用户通过可穿戴设备已经被连接进入智能家居的感知层，不再需要通过手机屏幕、电脑屏幕将自己的需求指令发送给计算机。我们认为，智能家居体系中的硬件设备并不需要也难以运行独立的智能操作系统。操作系统本质是人与机器之间的接口，未来人与智能家居之间的接口则是“智能终端+云”。通过终端搜集信息，云端负责计算、存储、连接，而家居设备则负责做好本职工作（洗衣、冰冻、调温、烧水等），通过传感器收集数据，通过通信模块回传数据和接收远程命令实现智能化。

（2）智能路由器不会成为智能家居控制中心。目前的智能路由器具备自己的芯片处理器/内存/硬盘/操作系统/安全网关等电子元器件，从配置上已经进化为家庭版的微型服务器，能够给用户提供网络安全和影视资源的下载及分享，乃至自建网站等各种应用，最为关键的是所有数据的流入和流出都必须经过它。这一天然数据中心进化成为控制中心的逻辑看似合理，实则隐含较大的问题。未来随着智能终端设备采集信息量的不断增加以及信息维度越来越复杂，完成数据分析和处理功能所需要依托的计算和存储能力将非常巨大，而智能路由器等终端所配置的芯片/内存/硬盘的运算和存储能力是非常有限的，必须依靠云端的云计算和云存储来实现，智能路由器更合适的角色是通过通信模块接受由云端“超级大脑”回传的远程控制指令，并作为统一的接口发送给功能性的家居设备，作为智能家居设备的遥控器存在，遥控它的是“超级大脑”而非用户本身。

（3）平台接入协议和应用协议标准将会在第三方的云端实现统一。尽管不会存在与安卓对应的操作系统，但智能家居仍需要统一的平台接入协议和应用协议标准。基于统一的协议和标准，家居设备厂商接入，应用开发商则基于标准和协议开发应用，没有厂商互相设置的壁垒，开发者的应用可以适配到任何品牌的同类设备。开发者可以

用任何一个智能生态作为基础，从Windows到iOS到Android，都可以实现无缝接入。

（二）物联网通信技术

智能家居实现的前提是不同的产品间可以相互通信沟通。目前最大的挑战是多种技术路线并存使得智能单品虽然可以实现相互通信，但是不同品牌和不同产品间的通信仍然不够顺畅。我们分析后认为，ZigBee、Z－Wave（丹麦一家公司主导的无线组网规格）会成为之后主流的智能家居无线技术。目前流行的技术还有蓝牙、Wi-Fi等。但由于蓝牙技术协议较复杂，功耗高、成本高、传输范围受限，一般有效的范围在10米左右，抗干扰能力不强、信息安全性差，使其并不太适用于要求低成本、低功耗的工业控制和家庭网络，制约其进一步发展和大规模应用。而Wi-Fi技术虽然移动性强，但由于采用的是射频技术，通过空气发送和接收数据，使用无线电波传输数据信号，容易受到外界的干扰和黑客威胁，安全性比较差，因此也不太适合对安全性要求极高的智能家居。几种常见智能家居无线通信技术比较，如表5－3所示。

表5–3 几种常见智能家居无线通信技术比较

	Wi-Fi	HomeRF	HiperLAN	蓝牙	ZigBee	Z-Wave
使用频段	2.4GHz	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	2.4GHz/915MHz /868MHZ	908.42MHz 美国 868.42MHz （欧洲）
调试技术	QPSK	FSK	OFDM	GFSK	BPSK，OQPSK	FSK
最大数据传输速率	11Mbps	1.6Mbps	54Mbps	1Mbps	250Kbps	40Kbps
覆盖范围	50m	50m	30~150m	10m	100m	30~100m
网络节点	50 个	127 个	–	8 个	255	232
功耗	高	中等	中等	高	低	低
安装难度	复杂	简单	复杂	简单	简单	简单
使用成本	高	中等	中等	中等	低	低

资料来源：华泰证券研究所，工行投行研究中心。

与蓝牙和Wi-Fi不同，ZigBee和Z－Wave技术具有明显优势。

ZigBee译为“紫蜂”，是一种新兴的近距离（10~100米）、低速率（250Kbps标称速率）、低功耗的无线网络技术，具有低复杂度、低功耗、低成本、自组网、高可靠、超视距的特点，主要适合应用于自动控制和远程控制等领域，可以嵌入各种设备。简言之，ZigBee就是一种便宜的、低功耗、自组网的近程无线通信技术。而Z－Wave是一种新兴的基于射频的、低成本、低功耗、高可靠、适于网络的短距离无线通信技术。它采用FSK（BFSK/GFSK）调制方式，数据传输速率为9.6kbps（早期），信号的有效覆盖范围在室内是30米，室外可超过100米，适合于窄带宽应用场合。

Z－Wave与ZigBee在智能家居应用上各有优点。ZigBee技术虽在智能家居中应用，但起源于工业自动化现场控制，工业用途要求可靠性高，并能抵抗工业现场的各种电磁干扰，因此研发之初便确定了其高安全性。它具有以下优点；一是抗干扰力强，ZigBee收发模块使用的是2.4G直序扩频、调频技术，比起一般FSK、ASK和跳频的数传电台，具有更好的抗干扰能力。二是保密性好，ZigBee提供了数据完整性检查和鉴权功能，加密算法采用通用的AES－128位，长达128位的密码给ZigBee信号传输的保密性提供了保障。三是传输速度快，ZigBee传输数据多采用短帧传送，传输速度快，实时性强。四是可扩展性强，ZigBee组网容易，自恢复能力强，便于在智能家居中进行扩展，增加新设备。

Z－Wave技术在最初设计时，仅定位于智能家居无线控制领域，可用于住宅、照明商业控制以及状态读取应用，例如抄表、照明及家电控制、供热通风与空气调节、接入控制、防盗及火灾检测等。Z－Wave采用小数据格式传输，40Kbps的传输速率足以应对，早期甚至使用9.6Kbps的速率传输。与ZigBee无线技术相比，拥有较低的传输频率、较近的传输距离和较低的价格，并且在通用性、安全性等方面，Z－Wave也相对要差一些。当然Z－Wave也有优点，比如结构更简单、成本更低、接收灵敏度更高。

未来一定时期，我们分析认为，两大无线技术联盟将会是并行发展的局面。Z－Wave在订立之初就以家庭自动化应用为目标，而ZigBee则以追求更广泛应用为目标。Z－Wave获得思科、英特尔、微软等大企业的支持后，已从单纯的家庭自动化应用，开始扩展延伸到数字家庭领域，甚至是家庭自动化与数字家庭的接轨整合等。ZigBee技术暂时取得了领先地位，其在智能家居应用的最大优势在于全球普及较高，不同厂商生产的ZigBee产品也可以依据同一个标准方便地实现互联互通，产品兼容性好。目前，ZigBee联盟由400多个成员企业组成，包括施耐德、华为等，它们共同推动ZigBee无线技术的发展，使其成为应用于家用电器、能源、住宅、商业和工业领域的水平领先的无线网络

连接、传感和控制标准。Z－Wave联盟虽然没有ZigBee联盟强大，但是Z－wave联盟的成员均是已在智能家居领域有现行产品的厂商，并在不断发展壮大，该联盟已经包含160多家国际知名公司，几乎覆盖了全球各个国家和地区。

虽然，标准统一的推进阻力比较大，但没有一个标准联盟否认统一是必然的趋势。目前，已经有一些标准联盟开始推进全球范围内的标准统一，它们推进的进度让我们对未来出现主流的标准更有信心，比如说，AllSeen的成立。AllSeen全称是“国际家庭设备互联标准联盟”，是国际上最具影响力的家庭设备互联标准联盟，成立于2013年12月，由国际著名开源组织Linux foundation负责运营，致力于制定家庭设备互联互通的标准。目前联盟中顶级会员包括海尔、松下、LG（韩国公司）、夏普、高通、TP－LINK（国内网络与通信品牌）、Silicon image（矽映电子科技，美国的大型半导体设计公司）等龙头企业。

标准的统一有两种路径选择。家电企业和互联网企业在制定接入标准的过程中划分出两大阵营（见表5－4）。家电企业更多地自主制定接入和应用协议的标准，希望架构以自己为核心的封闭体系内的协议标准。美的、海尔、三星和LG都已经先后发布了各自的智能家居操控平台，试图在智能家居产业链中占得先机。

表5–4 智能家居接入和应用协议的两大主导阵营

制定标准模式	主导企业	产品布局与体系架构	优势特点
硬件厂家的封闭体系	海尔、三星、LG	海尔智能家电操作系统U+；LG的“Home Chat”智能平台	由硬件厂商提供，各自提供云服务，各自制定接入协议和应用协议
物联网开放平台	阿里、广州杰升、百度	阿里云；机智云；百度云 dulife	第三方平台的定位使平台可以跨越厂商之间的隔阂

资料来源：华泰证券研究所，工行投行研究中心。

以阿里为代表的互联网企业则致力于打造基于云计算的物联网开放平台。第三方平台的定位可以跨越家电厂商之间的封闭标准问题。除了可以支持家电设备，还可以支持家居设备、可穿戴设备、智能汽车设备、医疗健康设备、智能玩具等。在技术能力方面，互联网企业拥有比家电厂商更强的云计算和大数据能力。百度云和阿里云都可支持数十亿设备的接入，提供PB（1PB=1024TB）级别数据的存储和计算能力。我们更看好互联网企业通过提供跨平台的云服务来统一智能家居体系的接入和应用标准问题。

（三）语音交互技术

语音交互是人类最自然、最直接的交流方式。随着语音交互技术的发展，在很多场景下可以彻底解放人的双眼和双手。语音识别和自然语言处理是包括智能音箱、智能机器人、智能顾问、虚拟个人助手在内的其他许多AI应用的基础，机器对人类语言的理解，将彻底改变人机交互界面，改变人与机器的关系，使人类可以像对待其他人类一样，与机器交流，驾驭和操纵机器。2017年语音搜索已占美国安卓用户搜索的20%，Bing（微软的一款搜索引擎）任务栏搜索的25%，百度搜索的10%。百度原首席科学家吴恩达认为，语音搜索准确率从95%提高到99%，是应用爆发的转折点，到2020年，至少50%的搜索将是语音搜索。Gartner预测，到2018年，30%的人机交互通过自然语言完成。Alexa的发展路径已经证明，家居和汽车是语音助手最合适的两个应用场景。语音助手对人工智能实力和生态系统广度的高要求，使其必然成为巨头间的竞争。在亚马逊Alexa打开市场空间后，百度DuerOS，谷歌Assistant、微软Cortana和苹果Siri都在积极拓展生态系统。

据《科学》（*Science*）杂志预测，至2045年，全球平均会有50%的劳动岗位将被人工智能技术所替代，而其中在中国这个数字将达77%。人工智能可以运用在教育、医疗、交通等多个领域，中国市场无

疑孕育着人工智能的巨大商机，2017年中国人工智能市场规模达到200亿元。过去200年左右时间里，基本的人机交互形式不断进化，在过去的75年当中几乎每隔10年，交互方式就有一个大的创新，现在语音已成为人机交互的新方式。2017年国内语音市场行业规模约为80亿元，预计2018年同比增速超过60%，市场规模将达到130亿元。

埃森哲的报告显示，人工智能主要分为三个层次：感知、理解和行动。在感知层次中，音频和视觉是人工智能的主要入口，相比于视觉，音频不受距离的限制，应用范围更广，可以从几米到几十米。相反，视觉需要人脸保持在移动设备前，在使用上限制更大。2016年，谷歌机器的语音识别准确率就超过90%，2017年，谷歌首席执行官桑达尔·皮查伊宣布，该公司的语音识别技术误差率已经小于3%，相比2014年的20%，2015年的8%，进步明显。谷歌机器识别单词数的变化如图5－14所示。

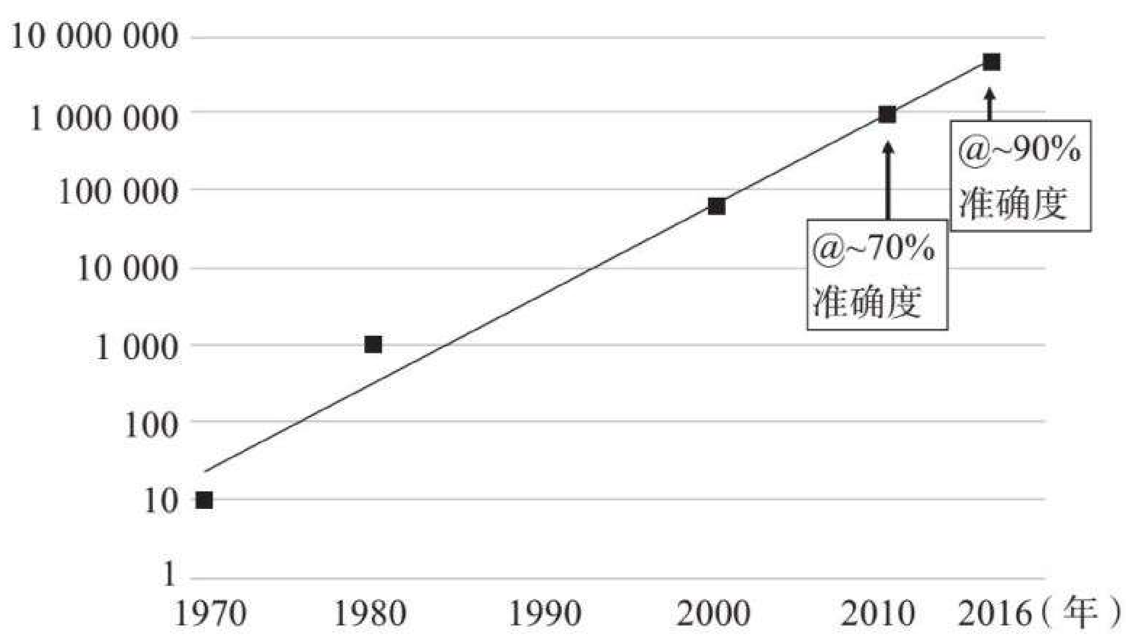


图5–14 谷歌机器识别单词数的变化

资料来源：凯鹏华盈。

2017年在保障声源的情况下，语音识别的准确率已经维持在较高的水平上。而在类似Echo等产品的远距离使用情景之下，收音功能要

求强于识别本身的功能。单麦克风的情况下，收音效果极差，准确率不超过30%。随着麦克风数量的增加，准确率将明显提升。目前Echo采用7个或更多的麦克风。各个主流平台单词识别准确度如图5－15所示。

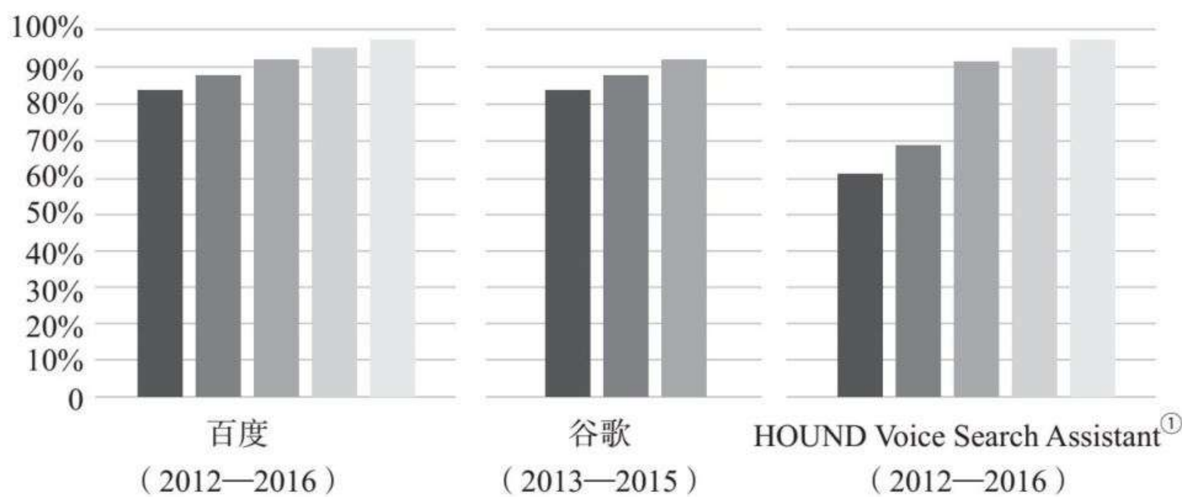


图5–16 各个主流平台单词识别准确度

资料来源：易观研究院。

①该产品是Sound Hound音乐搜索（猎曲奇兵）的开发者Sound Hound Inc. 推出的一款语音助手软件，可实现的内容非常丰富。——编者注

根据ABI Research在2016年发布的预测报告，估计到2022年，支持语音控制的装置出货量将达到7 500万台，其中智能喇叭/数位语音助理预计达到4 700万台，同时还预期亚马逊与谷歌的智能语音助理软件会成为市场主流。

目前，视觉识别在智能家居及移动设备中还未大规模使用。而语音作为人工智能的重要入口，预计智能音箱渗透率将会逐步上升，未来三年内还将保持50%以上的复合增速。自然语言交互有引爆智能家居的潜力。语音助手和智能家居相互促进。智能家居厂商纷纷以兼容Alexa作为卖点。我们可以看到语音交互技术对于智能家居行业的促进来自以下几个方面。

（1）目前，几乎所有的智能家居产品都可以通过Alexa或谷歌Assistant语音控制。对于Alexa而言，控制智能家居用品是语音助手使用率较高的应用之一，45.9%的用户用Alexa控制过智能灯，30.2%的用户控制过智能恒温器。而且，智能家居相关应用的第二周用户留存率高达40%，远超语音应用平均3%的水平。我们估计，在Echo/谷歌Home的家庭用户中，智能家居产品的普及率应该在40%左右，而全美平均渗透率只有16%。

（2）激发消费者需求和厂商创造性。语音控制远比手机和遥控器控制更为自然，更为方便，更容易被普通消费者接受。这是Echo等产品突破科技爱好者的小圈子进入大众市场的原因之一，同样也将帮助提高智能家居用品的消费者接受度。而财力雄厚的亚马逊和谷歌已开始为其各自产品Echo和Home大做广告，包括“超级碗”期间的广告，也会促进消费者对智能家居的知晓度和好感度。而对厂商而言，用户界面设计原本就是难点之一，Alexa Voice Service和Actions on Google（Google Assistant的第三方工具）在很大程度上帮助厂商解决了人机交互的难题，使其可以专注于自身产品的研发。

（3）加速智能家居拐点的到来。虽然智能家居概念已流传多年，但此前发展较为缓慢。据麦肯锡调查，目前美国市场普及率约16%，安全和能源管理是最重要的领域，普及率分别为11%和6%，普通电器的智能化普及率仅为4%。就连谷歌收购的Nest（智能家居公司，推出了高性能的恒温器），销售情况也不理想。我们认为，自然语言交互的成熟、智能语音助手的普及，将是智能家居市场的转折点，预计到2020年，普及率将迅速上升至40%。智能家居行业的主要增长点也将从安全和能源逐渐扩展至灯具和普通电器。

（4）促进家电厂商从销量驱动转向服务驱动，也将利好渠道商。对于飞利浦、惠而浦、三星等家电厂商而言，智能化是其必然的发展方向，短期内会带来消费者的更新换代，而长期来看，更会引发行业价值链的转移。售后服务的重要性在智能化产品上显著提高，家电厂

商有望从一次性售卖产品的公司，转变为长期为消费者服务的公司，通过软件和订阅式服务获益。相比之下，创业公司可在技术细节和产品设计上进行创新，也可在宠物、园艺等细分领域有所突破，但由于创业公司在品牌信任度和渠道推广上有所不足，更可能被大公司收购。

五、智能家居领域的投资逻辑

（一）行业风险

智能家居是不可逆的行业大趋势，且近期得到了广泛关注，但行业目前仍处于分散的状态。最大风险来自行业发展的速度不够快或者在特定的瓶颈上无法突破，可以从以下方面进行分析。

缺乏颠覆性的技术创新，未能充分激发用户需求。很多智能家居产品都在外观设计、操作体验、功能拓展等方面比传统家居产品有了明显的改进。然而，如果缺少颠覆性的技术，智能家居产品仍然难以与传统家居产品形成质的差异。这意味着，用户也难以产生强烈的购买冲动，而对于有较高预期的用户，一旦购买之后发现智能家居产品没有实质性的突破，还有可能产生负面的体验。

统一的运行平台尚未出现。目前多家企业都在搭建各自的运行平台，而统一的平台尚未出现。用户家中有不同的厂商生产的家居产品，如果没有兼容并包的智能应用控制平台和统一的物联网标准协议，用户将不得不对智能家居产品分开管理，令智能家居生活体验大打折扣。同时，目前行业缺乏统一的物联网标准，特别是通信协议。物联通信协议尚未达成，家电之间或者移动终端与家电之间通信协议各自为战，将从技术层面限制智能家居产品的普及。这背后同样存在对标准话语权和主导权的争夺。

商业模式有待重构。传统家电专注硬件生产销售，出货价格成为决定盈利的关键因素，因此易忽视后续的软件、互联网服务，缺乏对新生业态的研发投入和对用户整体价值关注管理。新的智能生态架构亟须构建，着力打造“终端+数据+内容+服务”的以用户使用为核心的全周期性商业模式和增值盈利路径。新的商业模式的构建将是决定新生态发展质量和速度的关键所在，目前逐渐成型的智能电视生态圈模式对未来智能家居商业模式的发展很有借鉴意义。

（二）投资逻辑与机会

目前，智能家居的参与者主要包括以下几类。

（1）传统硬件企业。白色家电、黑色家电、小家电、新品类家用电子电器（包括安防、养老、健康）品牌商都在加大智能化力度。典型企业有海尔、美的等。

（2）平台服务型互联网企业。平台服务型互联网企业是开放能力型企业，凭借雄厚的技术实力和云服务能力为硬件企业提供产业链整合、云平台、内容平台、AI等支持。典型企业有京东、阿里巴巴、百度等。

（3）消费电子互联网企业。消费电子互联网企业以生产智能手机、智能家电、智能可穿戴设备等智能硬件产品切入智能家居市场。典型企业：华为。

（4）智能家居集成方案供应商。房地产、家装企业是智能家居与用户间的触点，正积极与智能家居整合服务公司、平台服务型互联网企业、品牌商合作，推动智能家居落地。

未来，我们认为发展趋势一定是走向集成。现阶段智能家居的卖方市场的热度明显高于买方市场，我们认为，目前所谓的智能家居产品的智能化程度不够，是难以形成系统集成及被消费者广泛接受的主要原因。当前的大部分智能家居产品，都是为了联网而联网，为了控

制而控制，基本都是通过手机、平板或个人电脑客户端远程来控制一些灯光、窗帘、电视、音箱、摄像头等的设备来实现，这在概念上是自动化，而不是智能化。当前的智能家居产品更多是通过从功能上和配置上的升级来替代原有的家电和数码设备，但现阶段的智能家居产品对用户意图的理解上，操控的体验上以及围绕硬件终端展开的内容和服务上，都较真正意义上的“智能”有较大的差距。真正的智能是指未来的硬件产品能够了解人类需求又可以进行满足人类需求的反馈。这对智能家居产业链的要求是，不仅要培育出杀手级的产品，还要有围绕产品开发出来的多样化的应用生态，以及后续在内容和服务上的商业模式的成熟。因此，我们认为，智能家居行业发展和市场成熟的几个关键推动因素分别是：出现颠覆性技术创新和杀手级产品应用；IT巨头掌控整个智能家居系统的核心平台；围绕核心平台形成产品和服务的生态系统以及商业模式。

基于上述分析，智能家居产业的投资机会主要包括以下几个大类：颠覆性或创新性的智能单品公司，比如家庭服务机器人；具备某个领域完整产品线和解决方案的公司，比如智能厨房（集成了冰箱、燃气灶、微波炉等，实现小范围内互联互通）、安防解决方案；智能家居集成公司，帮助房地产商等实现完整智能家居产品集成和控制系统落地。

第三节
未来已来：智能网联汽车研究与投资机会

一、智能网联汽车（自动驾驶）行业发展

（一）自动驾驶五大发展阶段

自动驾驶是通过计算机分析系统和传感器的协同作用下实现的无须人工干预的行驶状态，目前自动驾驶技术尚不能完全脱离人类操纵，实现完全自动化自动驾驶尚需时日。SAE（国际自动机工程师学会）对自动驾驶的分类如表5－5所示。

表5–5 国际自动机工程师学会（SAE）的自动驾驶分级

<table>
<tr><th>分级</th><th rowspan="2">称呼</th><th rowspan="2">定义</th><th colspan="4">主体</th></tr>
<tr><th>SAE 分级</th><th>驾驶操作</th><th>周边监控</th><th>支援</th><th>系统作用域</th></tr>
<tr><td>L0</td><td>无自动化</td><td>由人类驾驶员全权操控汽车可以得到警告或干预系统的辅助</td><td>人类驾驶者</td><td rowspan="3">人类驾驶者</td><td rowspan="4">人类驾驶者</td><td>无</td></tr>
<tr><td>L1</td><td>驾驶支援</td><td>通过驾驶环境对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶支持，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作</td><td>人类驾驶者+系统</td><td rowspan="4">部分</td></tr>
<tr><td>L2</td><td>部分自动化</td><td>通过驾驶环境对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶支持，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作</td><td rowspan="4">系统</td></tr>
<tr><td>L3</td><td>有条件自动化</td><td>有条件自动化，由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统要求，人类驾驶者需要在适当的时候提供应答</td><td rowspan="3">系统</td></tr>
<tr><td>L4</td><td>高度自动化</td><td>由自动驾驶系统完成所有的驾驶操作根据系统要求，人类驾驶者不一定需要对所有的系统请求做出应答，包括限定道路和环境条件等</td><td rowspan="2">系统</td></tr>
<tr><td>L5</td><td>完全自动化</td><td>在所有人类驾驶者可以应付的道路和环境条件下均可以由自动驾驶系统自主完成所有的驾驶操作</td><td>全域</td></tr>
</table>

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

针对L4级别以上车辆，Navigant Research给出了全球地区分布情况，从图5－16中可以清楚看到，亚太地区是L4级别车辆的主要销售地，其次为北美洲、西欧等地区。从时间上来看，2024—2025年是L4级别车辆规模化量产的合理区间，从2025年开始，L4级别销量开始出现大幅度增加，按照Navigant Research的预测，2025年也是自动驾驶车辆量产的拐点，在此之前，自动驾驶技术还要走过相当长的发展时间，这段时间也是汽车电子等相关行业发展壮大并为自动驾驶打好基础的关键期。

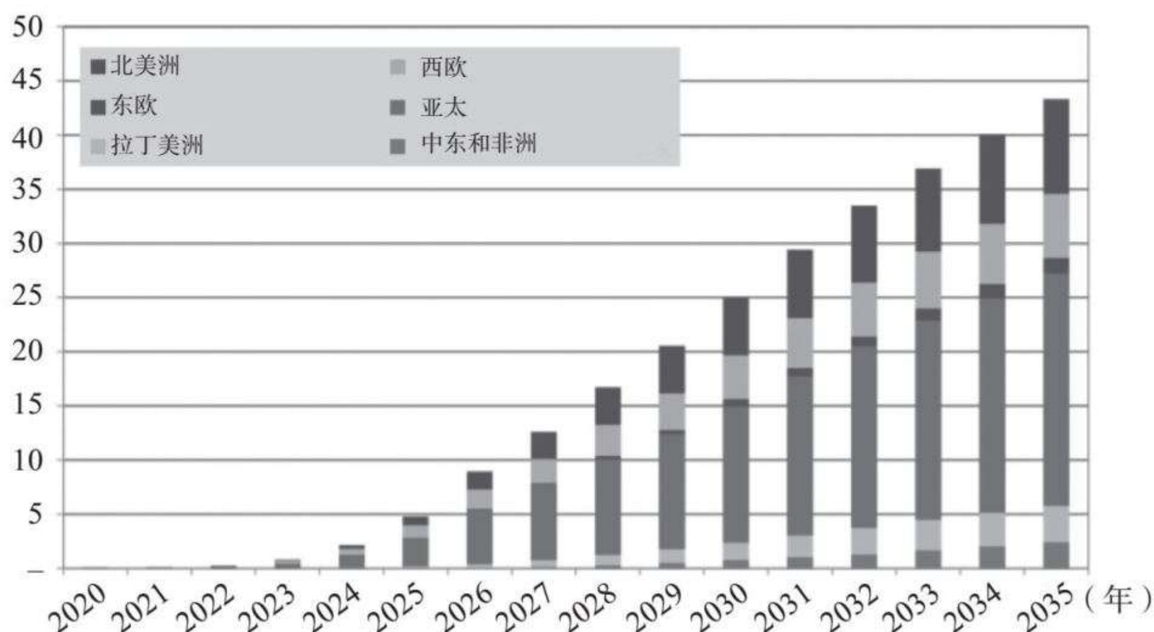


图5–16 “L4+”级别自动驾驶车辆地区销量及时间预测（单位：百万辆）

资料来源：Navigant Research，工行投行研究中心。

值得注意的是，我国在《汽车产业中长期发展规划》中提出，到2020年，汽车驾驶辅助、部分自动驾驶、有条件自动驾驶系统新车装配率要超过50%，网联式驾驶辅助系统装配率要达到10%，到2025年，高度和完全自动驾驶汽车将进入市场，这个时间点也与Navigant Research的预测吻合。

目前，汽车行业内也出现了按照功能定义的自动驾驶分级，这种定义方法把自动驾驶分为高级驾驶辅助系统（Advanced Driver Assistant System，ADAS）和自动驾驶。自动驾驶是一种以人车互联、车车互联为基础的自动化驾驶，人为干预很少或为零；高级驾驶辅助系统主要包括ADAS和车载电子（智能驾舱），ADAS是利用安装于车上的各类传感器，收集车内外的环境数据和变量，能够让驾驶者在最快的时间察觉可能发生的危险，以引起注意和提高安全性的主动安全技术。ADAS本质上仍是一种辅助驾驶系统，但在自动驾驶技术成熟前，辅助驾驶系统市场规模和潜力十分巨大。车载电子（智能驾舱）

主要偏向于提升驾驶者和乘客的驾驶体验，是基于驾驶需求无限搭载和完善的模块化集合，融入了智能化的操作手段。

我们认为，自动驾驶行业发展的驱动力主要有两个层面：一是政策因素，未来主要国家都逐步将ADAS加入汽车评测系统中；二是自动驾驶能降低交通事故率。

自动驾驶不仅为汽车、出行产业带来了新的市场空间，在直接的产业联动之外，也间接为社会带来了额外的经济效益，具体表现在：①减少交通事故；②减缓交通拥堵；③提升社会生产力；④其他新增经济效益（如：节省燃料、增加移动出行便捷性等）（见表5－6）。

表5–6 自动驾驶带来的经济效益（单位：亿美元）

地区分类	减少交通事故	减缓交通拥堵	提升社会生产力	其他经济效益（移动便捷性等）
北美地区	2 610	100	1 990	3 520
南美地区	810	40	670	900
欧洲	3 480	130	2 620	2 820
亚洲	4 390	150	3 210	4 990
中东、非洲	740	40	720	1 140
全球	12 030	460	9 210	13 370

资料来源：高盛研究院，工行投行研究中心。

具体分析自动驾驶减少交通事故的层面，自动驾驶的作用明显，即便是L1/L2的自动驾驶，也能极大纠正人为错误，降低事故率。目前全球每年有120万人死于车祸，美国去年车祸死亡人数更是增加9%至3.8万人。而其中90%的车祸是人为造成的，因使用手机而分心近年更成为酒驾以外最大的安全隐患。据Insurance Institute for Highway

Safety研究，自动紧急刹车（AEB）可以减少40%的追尾相撞，而前向碰撞预警（FCW）也能减少追尾23%的相撞。

（二）我国自动驾驶测试已有法可依

2018年4月，工信部、公安部、交通运输部印发了《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》。2018年3月1日，《上海市智能网联汽车道路测试管理办法（试行）》发布，上汽集团被授予国内第一张智能网联汽车道路测试用牌照，蔚来汽车也被授予测试用牌照；3月14日，重庆经信委印发《重庆市自动驾驶道路测试管理实施细则（试行）》；3月16日，深圳印发《深圳市关于规范智能驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见（征求意见稿）》；3月22日，北京市有关部门在经过封闭测试场训练、自动驾驶能力评估和专家评审等系列程序后，向百度发放了北京市首批自动驾驶测试试验用临时号牌。早在2017年12月18日，北京市交通委等三部门联合发布了《北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见（试行）》，这是国内第一部关于自动驾驶的规范，也成为自动驾驶行业的重要里程碑。2018年4月16日，长沙市政府印发《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则（试行）》，规定了长达12公里的测试区间（见表5－7）。

随着相关细则的不断落地，一方面保证自动驾驶测试有法可依，另一方面有助于推动当地智能网联整车、智能车载操作系统、激光雷达、毫米波雷达、中央域控制器、线控制动系统等整车及核心零部件企业快速发展以及完整产业链的形成。

（三）测试环境从封闭走向开放

根据《上海市智能网联汽车道路测试管理办法（试行）》，在上海市嘉定区划定了安全性高、风险等级低的5.6千米道路，作为第一阶段智能网联汽车开放测试道路，标志着国内首批智能网联汽车测试车

辆正式进入开放道路测试，也是国内首次明确智能网联汽车开放道路测试路段。与封闭测试区相比，开放测试道路可提供更丰富的路况场景和数据信息，为我国的智能网联建设提供基础。

上海经信委表示，自2018年3月1日全国首批智能网联汽车开放道路测试号牌在上海发放以来，上汽集团和蔚来汽车两家车企的智能网联汽车测试时长已达到130小时，测试里程已超过3 000千米，未发生交通违法事件及安全事故。

表5–7 国家及各地公布的自动驾驶道路测试规定

公布时间	相关文件	牵头单位	主要内容
2018年4月3日	《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》	工信部、公安部、交通运输部	省、市级政府相关主管部门可以根据当地实际情况，依据本规范制定实施细则，具体组织开展智能网联汽车道路测试工作
2017年12月18日	《北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见（试行）》《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》	北京市交通委、市交通管理局、市经信委	测试车辆具备自动、人工两种驾驶模式切换功能。测试车辆发生碰撞或失控等状况时，能够记录至少事件发生前六十秒至停车时间段内的相关数据
2018年2月27日	《上海市智能网联汽车道路测试管理办法（试行）》	上海市经信委、市公安局、市交通委	标志着国内首批智能网联汽车测试车辆正式进入开放道路测试，也是国内首次明确智能网联汽车开放道路测试路段
2018年3月14日	《重庆市自动驾驶道路测试管理实施细则（试行）》	重庆市经信委、市公安局、市交通委员会、市城市管理委员会	开放测试道路是指经管理联席工作小组认定可用于自动驾驶道路测试的公共道路
2018年3月16日	《深圳市关于规范智能驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见（征求意见稿）》	深圳市经信委、市公安交警局	当测试车辆在“智能驾驶”模式运行时，测试驾驶人应当始终监控车辆运行状态及周围环境并做好随时接管的准备
2018年4月16日	《长沙市智能网联汽车道路测试管理实施细则（试行）》	长沙市政府	分为高速公路测试区、城市道路测试区、乡村道路测试区、越野测试区、研发管理与调试区等主要功能分区，园区内测试道路里程达12千米

资料来源：各地政府主管机关，工行投行研究中心。

同时，《重庆市自动驾驶道路测试管理实施细则（试行）》也规定了开放道路测试的相关内容，需在重庆市公共道路开展自动驾驶道路测试工作的独立法人单位均应遵守本实施细则，同时列出了开放道路的定义，开放测试道路是指经管理联席工作小组认定可用于自动驾驶道路测试的公共道路。

此前，北京百度网讯科技有限公司已经获得了北京市首批自动驾驶测试试验用临时号牌。同时，明确北京经济技术开发区、顺义区和海淀区的33条道路作为首批开放测试道路，总里程约105千米。北京自动驾驶测试分T1至T5五个能力等级，百度领取到牌照的5辆车通过T3能力等级评估，可在相应能力等级的道路测试车辆。

在开放道路测试的同时，封闭道路测试也在有条不紊地进行。封闭道路测试是指测试场景是封闭的，并非完全真实的交通环境，测试场景中所用的非机动车、机动车也多为泡沫塑料道具。

国家智能网联汽车（上海）试点示范区是国内首个建设的智能网联汽车综合性示范应用区域，其封闭测试区已建成200个智能驾驶测试场景。自2016年6月国家智能网联汽车（上海）试点示范区封闭测试区开园以来，已有上汽、宝马、福特、蔚来、沃尔沃、德尔夫等40多家企业在封闭测试区内的200多个测试场景中累计进行超过400天次的测试。此外，位于湖南湘江新区的封闭测试区从2016年6月开始规划建设，首期总投资约20亿元，目前已部分开放，测试区分为高速公路测试区、城市道路测试区、乡村道路测试区、越野测试区、研发管理与调试区等主要功能分区，园区内测试道路里程达12千米。北京市近期也认定了首个封闭测试场——“国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区海淀基地”，测试场占地约200亩，囊括了城市、乡村等多种道路类型。

另外，随着测试牌照的逐步推广，长安、百度、一汽、东风、广汽、吉利、北汽福田7家企业的自动驾驶汽车获得了重庆市首批可上路测试的试验牌照，测试路线拟定首先开放礼嘉社区环线12.5千米的道路。从各地相关细则内容来看，以北京、上海、重庆等地为试验点，自动驾驶汽车从封闭测试走向开放道路测试是一个大的趋势，也标志着自动驾驶技术日渐成熟。

（四）自动驾驶成为投资热点

从全球汽车销量来看，虽然行业的整体增速有所放缓，但全球汽车销量仍持续增长。2017年全球汽车销售量仍超过9 000万辆，其中仅中国市场销量就多达2 887万辆，汽车行业保有巨大的市场空间，而自动驾驶汽车将逐步引领汽车行业的未来。

汽车行业经过100多年的发展，传统硬件技术如发动机、变速箱等已经趋于成熟，在动力性、操纵性满足大部分消费者需求的情况下，服务层面有望成为行业未来主要竞争力。在这样的背景下，智能驾驶及其带来的人车交互服务模式变革有望带来整个行业的核心竞争力重构。

自2015年起，自动驾驶行业受到市场的追捧和持续关注，成为一级市场投资热点。2016年全年自动驾驶行业的获投企业近70家，全年融资总额估算达到8.47亿美元。2017年，自动驾驶行业的融资金额和融资案例数均实现历史新高，主要创业方向集中在激光雷达、视觉技术、ADAS等。

从国内自动驾驶领域的初创公司来看，大多数公司聚集在ADAS领域。目前，业内团队大多已掌握了基本的识别算法，开始进入ADAS系统集成领域。后装和预警ADAS是大多数创业型企业的主要突破口（见表5-8）。

表5-8 ADAS自动驾驶创业公司情况

公司	业务	客户范围	实现方式
苏州智华	安全辅助系统（LDW/FCW/BSD/PDS/NVS/TSR）/3D泊车系统	广汽、北汽、长安、吉利、上汽、宇通、金龙等	摄像头
前向启创	ADAS系统（摄像头+核心控制芯片+ADAS算法，LDW/FCW/DSM/PDS/TSR/NVS/SVC）	后装	摄像头
灵动飞扬	ADA系统（FCW/LDW/PDS/BSD/SVC）	前装/后装	摄像头
纵目科技	环视ADAS（LDW/BSD/SVC）	后装	摄像头
中科慧眼	ADAS系统（FCW/LDW）	后装	双目摄像头
中安天驰	防碰撞预警/夜视系统/App驾车卫士	后装	摄像头/激光传感器/毫米波雷达
Maxi Eye	ADAS系统（ACC/FCW/AEB/IHC/LKA/PSD/TSR）	前装/后装	摄像头
MINIEYE	ADAS系统（FCW/LDW/BSD/PDS）	前装/后装	摄像头
喵小瞳	智能行车记录仪（车联网）	后装	摄像头
好好开车	那狗（ADAS：前碰撞追尾预警、车道偏移预警功能+UBI）	后装+保险公司	摄像头
智云谷科技	Carpro HUD（行车记录/手势感应/导航/OBD）	后装	摄像头
清研微视	疲劳驾驶预警/远程监控/营运车辆一体化智能监控	后装	摄像头

资料来源：根据公开市场资料整理，工行投行研究中心。

而在二级市场，与自动驾驶相关的企业主要分布在上游感知以及零部件供应商，如国内激光加工设备及自动化设备龙头企业大族激光以及星宇股份、索菱股份、双林股份、四维图新等。

二、自动驾驶的前奏：高级辅助驾驶

（一）高级辅助驾驶为自动驾驶铺路先行

ADAS即高级驾驶辅助系统，是利用车上的传感器实时收集车内外环境数据并进行处理分析，进而使驾驶者在最短时间内察觉可能发生的危险，并通过被动或主动的方式进行干预的安全技术。ADAS主要包括车身电子稳定系统ESC（ESP）、自适应巡航系统ACC、车道偏移报警系统LDW、车道保持系统LKA、前向碰撞预警系统FCW等模块。

通过对自动驾驶的评级可以发现，自动驾驶的主要指标很多依赖于ADAS的完善，其中，自动驾驶最难突破和掌握的领域就是安全性指标，而ADAS就可以在自动驾驶发展初期逐步解决汽车的行驶安全问题。ADAS发展的最高境界就是实现L4~L5级别的自动驾驶。但早期的ADAS技术主要是被动式报警。被动式虽然能够使车辆在检测到潜在危险时发出警报，但是最大的缺点是反应时间过长，目前的主流ADAS技术以主动式预测和报警为主。

据统计，1990—2020年，平均每辆车上电子装置在整个汽车制造成本中所占的比例将由15%增至35%，在一些初步具备自动驾驶功能的豪华型轿车中，使用单片微型计算机的数量已经达到48个，汽车电子产品已经占到整车成本的50%以上。从汽车和汽车电子未来发展情况看，预计2030年汽车电子在整个汽车制造成本中占比将普遍达到50%以上，意味着未来全球汽车电子市场年均增速需维持在10%以上。从趋势上看，全球单车半导体成本也在逐年上升，2012年平均每台汽车中半导体成本约为315美元，2017年平均为385美元（见图5－17）。

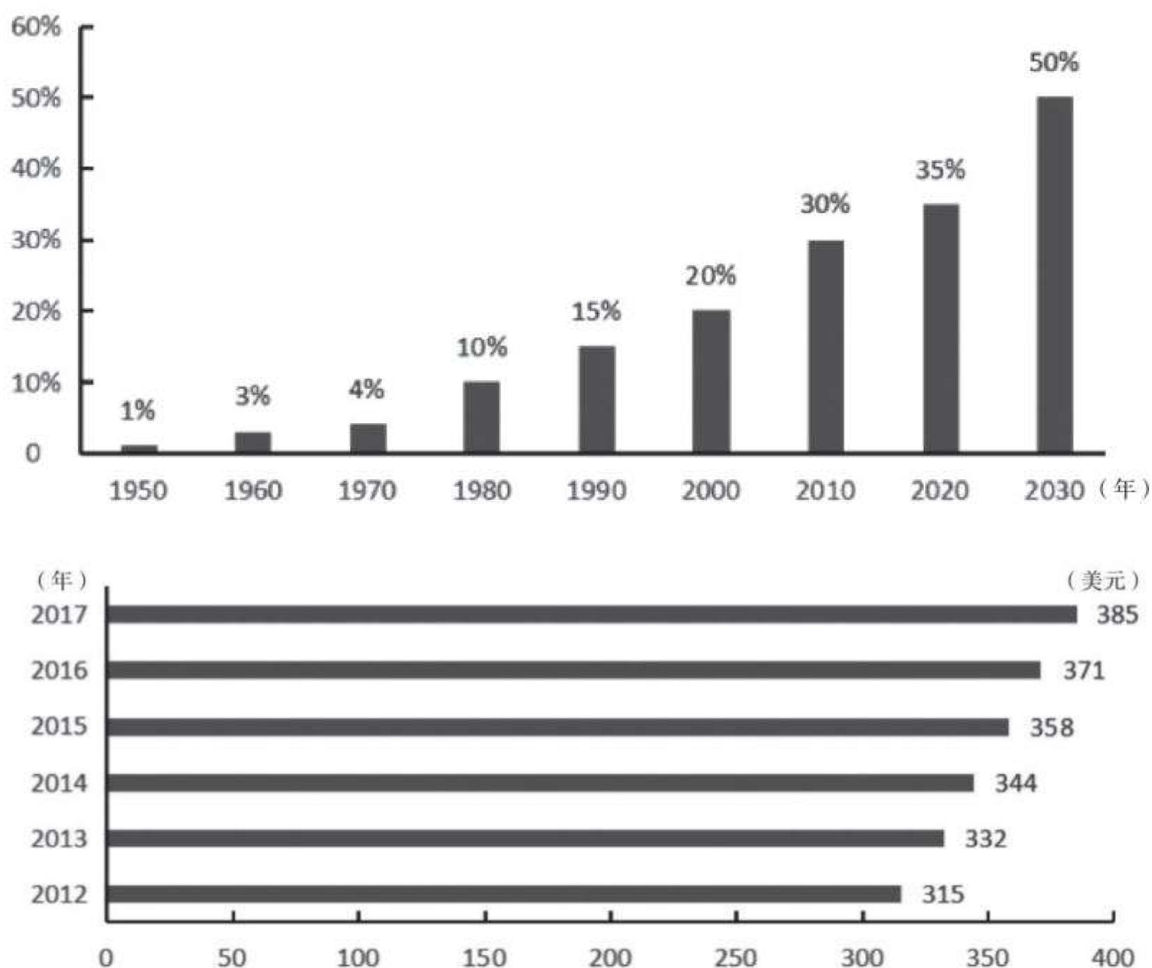


图5–17 全球单车汽车电子成本占比情况及全球单车半导体成本变化

资料来源：产业信息网，工行投行研究中心。

数据显示，得益于汽车电子市场的快速发展，汽车电装配件市场预计将从2015年的2 390亿美元飞速增长到2020年的3 033亿美元，从目前行业趋势来看，汽车电子主要包括了以车载电子为代表的智能驾舱和以ADAS为代表的软硬件系统，同时，两者也相互促进，ADAS的快速发展也提升了车载电子的智能化水平。随着各大车厂大规模使用ADAS功能，同时考虑政府鼓励措施，ADAS市场将逐年扩张，预计2018、2019年中国ADAS市场规模分别为372亿元、542亿元，增速分别为35.3%、45.7%。随着我国汽车电子市场规模的不断扩大，智能化水平也在逐步提高，预计到2020年，我国ADAS市场规模将接近800亿元

（见图5－18）。同时，预计2020年很可能成为ADAS高级辅助系统和自动驾驶汽车深度融合的分割点，一方面是搭载ADAS的汽车将逐渐普及，用户从高端客户下沉至普通消费者，另一方面，欧盟新车安全评鉴协会（E－NCAP）从2013年起便在评分规则中增加了更多ADAS内容，美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）和高速公路安全保险协会（IIHS）也提出2022年将自动紧急制动（AEB）等ADAS功能纳入技术标准，消费者将会顺应趋势把需求转向具有ADAS的产品。



图5–19 我国ADAS市场规模及预测（单位：亿元）

资料来源：公开资料整理，工行投行研究中心。

在全球汽车电装配件市场当中，ADAS业务的增长也最为迅速，预计2015—2020年的平均增长率将达到13%，2018年全球ADAS市场规模预计将达到182亿美元，2020年有可能超过300亿美元。

需要说明的是，ADAS的作用是在危险情况下提醒司机采取措施，但目前绝大多数应用都是不采取干预措施的预警，ADAS未来将在主动干预方向发展，即在特定的情况下对汽车进行控制，同时，事前也采取警示措施，也就是主动安全与被动安全相结合。目前，碰撞中的被动安全系统如安全囊与主动安全ADAS相互独立，信息处理方式上也没有把两者连接起来的通道，在发生危险时，雷达系统没办法将预警和气囊同步开启，这个衔接问题将会很快得到解决。

（二）满足终端用户的体验需求：智能驾舱

车载汽车电子装置是在汽车环境下能够独立使用的电子装置，目的是提高驾驶体验。车载电子装置的集合也称作“智能驾舱”，智能驾舱主要由车载信息娱乐系统、流媒体中央后视镜、抬头显示系统（HUD）、全液晶仪表、车联网模块构成。不同于ADAS的安全预警作用，它的主要作用是提升驾驶者和乘客的舒适程度。汽车行业的发展正在朝向无人化发展，无人化的目的也是为了解放人类，而智能驾舱的目的是在解放人类的同时带来更好的驾驶体验。

我们认为，检验一款产品的好坏除了技术层面的要素，更加重要的就是消费者体验，而智能驾舱就是为消费者体验带来全新的升级，因此，随着智能化水平的不断提高，智能驾舱将成为汽车行业发展的重要领域。根据赛迪研究院的统计，汽车电子的市场需求从2010年开始大幅度提升，2019年预计将超过6 000亿元。在自动驾驶尚不能普及的今天，智能驾舱已经成为汽车电子中最重要的细分领域。而根据现有的技术，对智能驾舱进行智能化升级符合众多汽车零部件厂商的现有利益。同时，智能驾舱的快速发展也能在未来与自动驾驶进行有效对接，市场潜力巨大。

对于终端用户来说，直面消费者的除了外观、型号和内饰以外，最重要的就是智能驾舱，根据我们的统计，消费者选择汽车时往往先确定品牌，其次就是对性能进行比对，但是在比对的同时，车载电子系统的智能化、便利化成为与发动机性能并行的考量因素。

车载信息娱乐系统发展较早，主要由音频、视频等可视化、可听化、可触化设备组成，目前的车载信息娱乐系统集音频、视频、导航等多种功能于一身，为驾驶者提供路况、娱乐等多种信息，在很大程度上提升了驾驶体验。

抬头显示HUD全称为Head Up Display，也叫作“抬头显示系统”，用途是把驾驶以及车辆的重要信息投影在挡风玻璃上，减少驾

驶时的低头率，提高安全性。目前大多数汽车的仪表盘都在中控台顶端，驾驶员需要看仪表盘的时间大约在1~2秒，这个时间大致相当于正常城市道路中行驶16~30米，但是HUD基本解决了行驶过程中的低头问题，提高了安全驾驶系数。

流媒体中央后视镜完美呈现了车尾路况，将车内的后视镜变成了一个实时的显示屏，通过高清的外置后视摄像头对车辆后方的情况进行拍摄并把图像呈现到后视镜上，解决了后排乘客、装饰物等的遮挡问题。相较于传统后视镜，流媒体中央后视镜的可视范围大大提升，减少了盲区，同时也提高了驾驶的安全性。

液晶仪表盘在显示信息方面非常丰富，解决了驾驶员误读、漏读的问题。液晶仪表盘将会集成包括导航、路况在内的更多信息与功能，可读性和信息全面性大幅度提高。

车联网模块是最接近自动驾驶功能的智能驾舱模块，车联网通过无线技术与定位系统为驾驶员提供在线实时服务，用户通过车上预装的硬件系统与操作面板即可获得所需的帮助。目前，车联网可实现的具体功能已包括碰撞自动求助、紧急救援协助等，如今许多车辆均搭载了车联网技术，并留下一定的接口以便搭载自动驾驶技术。

智能驾舱产业链如图5－19所示。



图5–19 智能驾舱产业链

数据来源：国泰君安证券研究，工行投行研究中心。

三、自动驾驶市场发展情况

（一）自动驾驶行业的市场空间测算

根据相关机构的研究，预计2025年、2030年、2035年，全球汽车市场的销量分别为1.12亿辆、1.08亿辆、1.08亿辆。平均每辆车花在L1、L2、L3、L4的费用在2025—2035年呈现下降趋势（见图5－20）。自动驾驶技术的整体渗透率会逐步提高，且由L1技术逐步向L2、L3、L4技术过渡。

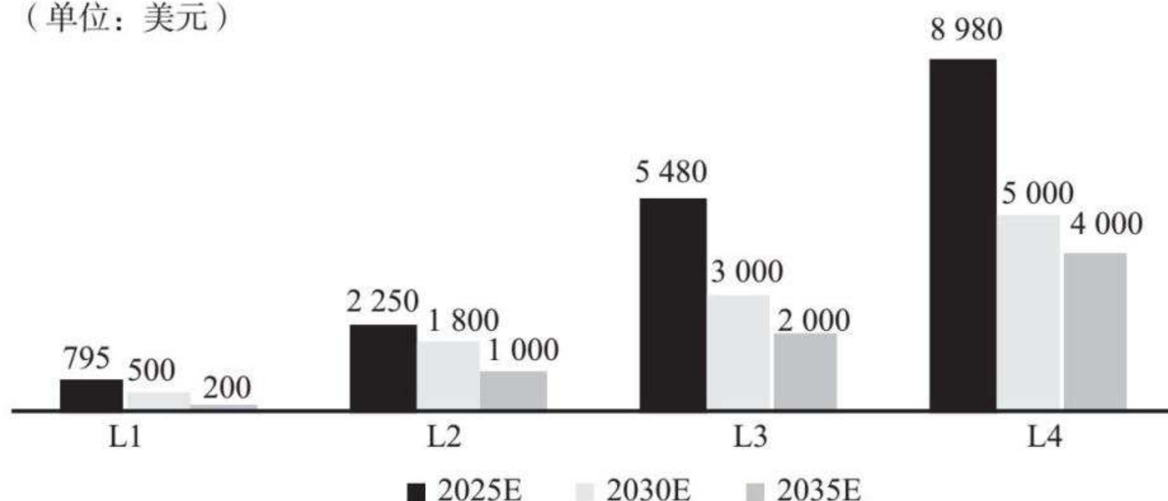


图5–20 2025—2035年单车自动驾驶技术L1—L4费用

资料来源：中金，BCG，工行投行研究中心。

从综合单车价格、市场销量及技术渗透率来看，自动驾驶技术在2025年、2030年、2035年的市场规模将分别达到1 798亿美元、1 782亿美元和2 160亿美元（见图5－21）。上述预测仅为自动驾驶技术可能带来的经济效益，若算上自动驾驶汽车的生产收益、自动驾驶的共享出行收益等，自动驾驶市场总值超过万亿美元。

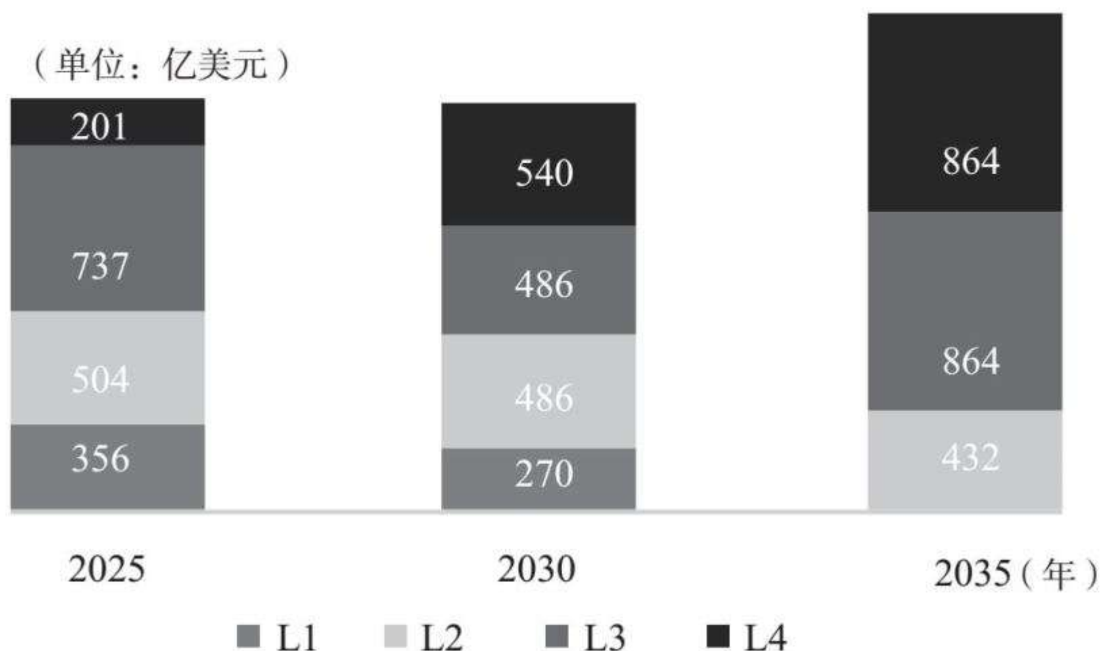


图5–21 2025—2035年全球自动驾驶L1—L4市场规模

资料来源：中金研究，工行投行研究中心。

（二）自动驾驶汽车产业链（见图5－22）

从服务模式的分类来看，IaaS市场增速远高于行业平均。根据Wind数据，IaaS市场规模增速预计将长期保持在27%以上。从自动驾驶的整个产业来看，主要可分为传统车企、科技型公司及上游供应商三大类，三类公司从不同角度布局自动驾驶行业。他们分别有自己的核心特点：传统车企拥有汽车生产资质以及汽车制造高壁垒、整车集成的核心竞争力。科技型公司在数据算法拥有高壁垒，特别在数据融合、高精度地图方面拥有技术优势。上游供应商包括零部件供应商与系统供应商，他们提供自动驾驶所需零部件以及感知识别等技术，给整车企业提供ADAS等解决方案。

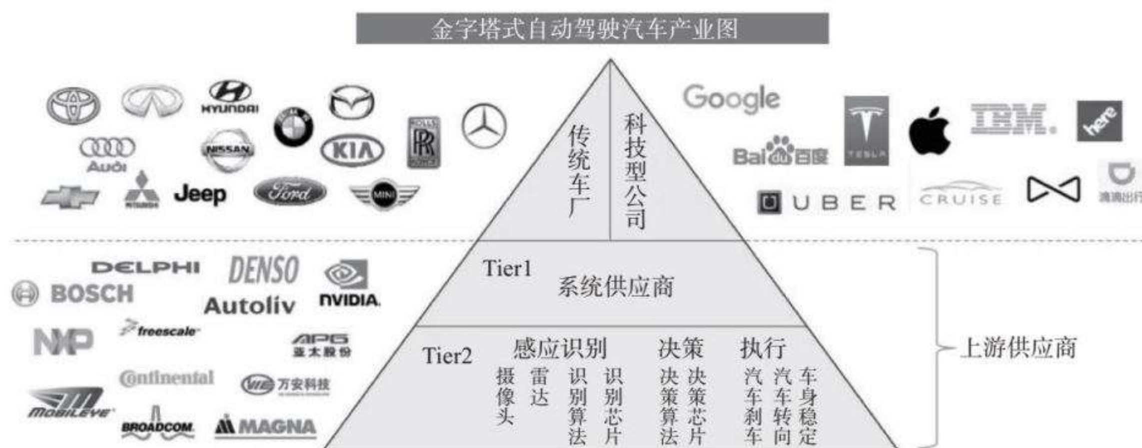


图5–22 自动驾驶产业链

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

传统整车企业基于自身优势及现实情况，预计将从辅助驾驶系统开始逐步提升，最终实现自动驾驶。传统整车企业在实现自动驾驶的历程中有几个特点：一是由于传统车辆“包袱”较重，已售车辆数量

巨大，受制于盈利压力无法在短时间内实现跨越式升级；二是传统汽车厂商已有半自动技术储备，辅助驾驶技术已经配置在一部分车型上；三是受法规规定等制约因素，自动驾驶较难在传统车厂直接应用。

传统整车厂也因此开始寻求外部合作来发展自动驾驶能力（见表5－9）。如宝马与芯片行业巨头英特尔、ADAS龙头Mobileye联合宣布，未来将合作开发自动驾驶汽车，量产版将在2021年正式推出。

表5–9 传统车厂的自动驾驶尝试

公司	自动驾驶宣布日期	自动驾驶商业日期	具体目标
丰田	2015.1	2020	力争在 2020 年左右实现自动驾驶汽车的商品化，投入市场销售
日产	2013	2020	到 2020 年，将推出多款搭载商业化自动驾驶技术的量产车型
大众	2015	2020	将推出辉腾电动版，采用最新的自动驾驶技术
宝马	2015.4	2017—2020	2014 年 9 月，宝马和百度正式签署协议，致力于在中国推进高度自动化驾驶研究。双方有信心在 3 年的合作项目后，展示可在中国市政道路行驶的宝马高度自动化驾驶车型
奔驰	2015.1	2020	奔驰 S500 已开始自动驾驶路试，并推出用于卡车的“HighwayPilot”系统。未来的商用时间预计在 2020 年左右
通用	2013.9	2020	计划于 2020 年前推出首款自动驾驶汽车凯迪拉克 SRX
现代	2015.5	2020	预计到 2020 年，具备自动驾驶功能的现代汽车将率先投入商用

公司	自动驾驶宣布日期	自动驾驶商业日期	具体目标
起亚	2016.1	2020	推出“Drive Wise”子品牌，含驾驶辅助和半自动驾驶功能。2016年集中在ADAS领域，2020年实现部分自动驾驶,2025年实现高度自动驾驶；2030年实现完全自动化
沃尔沃	2015.11	2020	发布Intellisafe自动驾驶计划，2020年实现高度自动驾驶计划
福特	2015.6	2019	福特2015年宣布，搭载预碰撞和行人检测技术蒙迪欧车型已经在欧洲上市，于2016年在美国上市，而包括预碰撞技术在内的多项自动驾驶技术将于2019年在全球范围内普及

资料来源：公司官网，工行投行研究中心。

科技型公司如特斯拉、谷歌、百度等均开始涉足自动驾驶领域，他们主要在数据融合、高精度地图方面具有技术优势（见表5－10）。

表5–10 科技型公司的自动驾驶尝试

公司	定位	时间	具体业务
谷歌	全自动驾驶	2014.5	发布首辆自动驾驶原型车，传感器融合包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达
		2014.9	开始在加利福尼亚州进行自动驾驶汽车路试
		2015.11	无人车在公路道路累计行驶约67.8万千米
		2016.2	谷歌无人车被美国政府正式认证为司机
		2020	计划2020年无人车量产

公司	定位	时间	具体业务

特斯拉	电动智能驾驶	2014.11	ModelS 系统软件 V6.0 增添交通导航功能
		2015.1	V6.1 增添交通自适应巡航 ACC、前置防碰撞预警 FCW、自动远光灯功能
		2015.4	V6.2 增加自动制动 AEB、盲点预警 BSD
		2015.10	V7.0 包含 Autopilot，增添自动车道保持、自动变道、自动泊车
		2016.1	V7.1 升级 Autopilot，增添自动转弯、垂直泊车、自动调速等
Cruise Automation	全自动驾驶	2013	Cruise Automation 创立
		2015.6	获批在加利福尼亚州进行自动驾驶汽车路试
Zoox	全自动自动驾驶	2013	Zoox 创立，其创始人为澳大利亚设计师 Tim 和毕业于斯坦福大学的工程师 Jesse Levinson
		2016.3	获批在加利福尼亚州进行自动驾驶汽车路试
Drive.ai	基于深度学习的自动驾驶	2015	Drive.ai 创立，创始人毕业于斯坦福人工智能实验室
		2016.4	获批在加利福尼亚州进行自动驾驶汽车路试
Faraday Future	电动自动驾驶	2014	Faraday Future 成立
		2015	乐视投资 Faraday Future
		2016.1	展出电动超跑概念车 FFZero1
		2016.4	投资 10 亿美元的电动车厂在美国拉斯维加斯奠基
		2016.6	获批在加利福尼亚州进行自动驾驶汽车路试

资料来源：工行投行研究中心。

以特斯拉为例，它已经实现了自动驾驶的逐步落地。特斯拉从2014年底的车型开始，就为用户提供可选的“辅助驾驶包”，它采用的是Mobileye提供的ADAS技术。随后，由于技术路线上的差异，特斯拉于2016年7月终止了和Mobileye的合作。目前特斯拉的技术路线主要依靠8个环绕摄像头、1个毫米波雷达和12个超声波传感器。特斯拉的野心越来越大，宣称要在2017年末实现完全自动驾驶，在2019年全面上路，但截至2018年11月还未实现。

此外，以博世、大陆、Mobileye等厂商为代表的汽车供应商，在传感器和执行器两端都有着较好的竞争地位，包括谷歌、宝马、大众在内的自动驾驶试验车上都安装了大陆集团提供的各种雷达传感器和控制设备（见表5－11）。在感知层面，大陆、博世等在激光雷达、毫米波雷达等硬件上具备产品质量和稳定性优势；在执行层面，也有众多车型采用了其底盘系统。因此，该类厂商未来在自动驾驶时代仍然有望保持产业链的地位和优势。除了传感器硬件以外，博世、大陆、Mobileye等企业也在积极开发整体的ADAS和自动驾驶解决方案。相比于国外公司，国内企业由于起步晚、技术薄弱等因素，与欧美地区相比，在汽车技术与安全方面还不够完善，ADAS系统研发和技术均存在差距。

表5–11 汽车供应商和产品

公司	具体产品
大陆集团	交通堵塞辅助、停车辅助、高速公路辅助驾驶、高速公路自动驾驶、自适应巡航、盲点监测、倒车后视预警、紧急制动辅助、车道偏移报警、交通标志识别、车道保持系统
日本电装	雷达传感器、视频传感器、驾驶辅助 ECU
德尔福	自适应巡航、前向碰撞预警、紧急自动制动和制动辅助、车道偏离报警、驾驶状态监测、夜视系统
博世	自适应巡航、预测碰撞报警、夜视、77GHz 中距离雷达传感器系统
富士通天	汽车全方位监控、汽车和周边环境监控、毫米波雷达、紧急通报系统
莫比斯	车道偏移报警、车道保持系统、自适应巡航、智能停车辅助系统
Mobileye	车道识别、前碰撞预警、车辆识别、行人识别、障碍物识别、环视系统、交通标志识别、前照灯控制系统

资料来源：工行投行研究中心。

四、自动驾驶的技术分析

（一）关注自动驾驶主要细分模块

自动驾驶系统主要由感知、决策、执行（控制）三大关键模块构成。其中，感知系统用于感知外界环境信息，它与车联网捕捉到的车辆信息一同传递给决策系统，决策系统经识别做出判断，并将相应操作反馈给执行系统，完成指令执行。从技术层面看，感知系统主要包括：目标感知、目标分析、目标分类、目标处理等；决策系统主要包括：数据分析处理、决策算法、实施指令等；执行系统主要包括：动力系统控制、制动控制、转向系统控制等。

根据国家发展规划，到2020年，汽车DA（驾驶辅助）、PA（部分自动驾驶）、CA（有条件自动驾驶）系统新车装配率超过50%，网联式驾驶辅助系统装配率达到10%，满足智慧交通城市建设需求。到2025年，汽车DA、PA、CA新车装配率达80%，其中PA、CA级新车装配率达25%。

从国内市场来看，中小企业正在积极布局细分市场，基本发展方向是从驾驶辅助逐步过渡到有条件或无条件自动驾驶，并以ADAS、车联网、视觉技术、算法等为主攻方向，地区分布则以北京为中心，向上海、江苏、深圳辐射，从表5－12可以发现，2013年后我国自动驾驶初创企业明显增多。

表5–12 我国自动驾驶及汽车电子细分领域初创企业

企业名称	注册时间（年）	地区	细分领域
极目智能	2011	武汉	ADAS
苏州智华	2012	苏州	图像传感器、智能识别
径卫视觉	2012	上海	主动安全技术
纵目科技	2013	上海	ADAS
清研微视	2013	苏州	ADAS
前向启创	2013	深圳	车联网
中天安驰	2013	深圳	ADAS
中科慧眼	2014	北京	自动驾驶系统
北京双髻鲨科技	2014	北京	车载智能安全硬件
佑驾创新科技	2014	深圳	自动驾驶视觉技术
北京智眸科技	2015	北京	车载双目技术
地平线机器人	2015	北京	算法、芯片
图森互联	2015	北京	自动驾驶技术
智驾科技	2015	上海	ADAS
驭势科技	2016	北京	自动驾驶系统

资料来源：Vehicle Trend，工行投行研究中心。

（二）细分行业巨头领跑，关注龙头企业投资机会

初创企业代表了整个行业发展的最前沿，但是以均胜电子等企业为主的行业龙头仍是行业发展的标杆。目前国内汽车电子厂商与国外厂商存在较大的技术差距，整体上看整个供应链仍受国外一线厂商控制，国内企业正在积极为一线厂商供应零部件。在国外技术的倒逼和国内技术追赶的局面下，国内企业正在汽车电子领域奋力追赶，并购和融资规模也在加快。我国自动驾驶及汽车电子细分领域行业龙头，如表5－13所示。

表5–13 我国自动驾驶及汽车电子细分领域行业龙头

企业名称	技术优势
均胜电子	主动 / 被动安全；汽车电子（HMI、BMS 等）；汽车功能件
欧菲光	目前已形成智能中控、ADAS 系统集成、车身电子的全产业链布局
长信科技	率先布局车载触显业务
安洁科技	2016 年开始进入特斯拉产业链
顺络电子	车用电子变压器、娱乐系统
长盈精密	已形成 Busbar（母线槽）软连接、结构件、防水材料等多产品布局
法拉电子	法拉电动车薄膜电容器
东山精密	FPC（柔性电路板）
联创电子	车用镜头

资料来源：公开资料，工行投行研究中心。

无论是汽车电子初创企业还是龙头企业，几乎都以民营企业为主，近年来国家对民营企业尤其是民营高科技企业在行业发展、金融支持方面给予了很大的政策性措施，如2017年11月由工信部、国家发

改委、中国人民银行等十六个部门联合印发的《关于发挥民间投资作用推进实施制造强国战略的指导意见》中特别提到了鼓励民间投资活动的具体措施，特别提到了推进民营企业利用多层次资本市场直接融资、支持符合条件的民营企业发行债券等，这对自动驾驶、汽车电子等新兴行业来说是一大利好。

ADAS行业壁垒较高，且目前国内与国外技术存在差距，国产化能力不强，替代效应不明显，但是我国企业利用产业链优势嵌入国外汽车龙头产业链已经取得较大进展，长信科技、长盈精密、东山精密、安洁科技等均已经在特斯拉车型中成为供应商，未来，一方面在国际市场上进行并购是快速弥补差距和抢占市场的方式，另一方面企业自身也要在具备核心竞争力的基础上精于研发，缩短研发和量产的转化时间。

智能驾舱更侧重于消费体验和消费升级，市场进入难度不大，壁垒较小。我国智能设备领域优势企业众多，无论是从手机等产业分出生产线还是整体转型于车载都不存在难度，加上现阶段车载电子领域企业分布众多，竞争将会越来越充分，但是企业更需要在提高驾驶体验的同时满足汽车对车载电子的严苛性检验，产品质量和智能化升级是智能驾舱的发展方向。

我国快速增长的汽车市场为汽车电子企业提供了绝佳的市场切入机会，汽车行业的发展趋势已经从机电一体化向网络化、智能化发展，电子系统也日趋复杂，同时，高端电子产品加速向中低端汽车渗透，带来了消费升级。应注意到，受国家政策鼓励和环保压力，新能源汽车是汽车行业发展的趋势，尽管补贴退坡对新能源车销量有一定影响，但长期来看，影响并不大。相反，基础设施的不断完善对新能源车的推动有较大影响，汽车电子市场份额也会随着新能源汽车销量上升持续发酵。未来，汽车电子是与自动驾驶车辆衔接的重要载体，也可以说是自动驾驶车辆的先行者，汽车电子发展的进程直接决定着自动驾驶的量产时间，尤其在汽车电子的细分关键领域，如雷达技

术、ADAS、操作系统、算法等细分行业投资活跃度将逐年升高，正是在一轮又一轮的投资推动下，研发和量产将会大踏步前进，预计未来几年，汽车电子和自动驾驶将会吸引投资者的目光，可重点关注在核心技术方面拥有领先同行业半年左右以及嵌入整车供应链环节的汽车电子企业。

（三）拆解自动驾驶的核心技术

1.激光雷达

LiDAR（Light Detection and Ranging）即激光探测及测距系统，是通过发射激光束来探测目标位置、速度等特征量的雷达系统。激光雷达与雷达使用的原理相似，利用的技术都是飞行时间。具体而言，就是根据激光遇到障碍物后的折返时间，计算目标与自己的相对距离（见图5－23）。在ADAS系统中，激光雷达通过透镜、激光发射及接收装置，基于飞行时间原理获得目标物体位置、移动速度等特征传输给数据处理器。数据处理器再综合汽车本身的信息综合处理数据并给出警告指令或是主动控制指令。

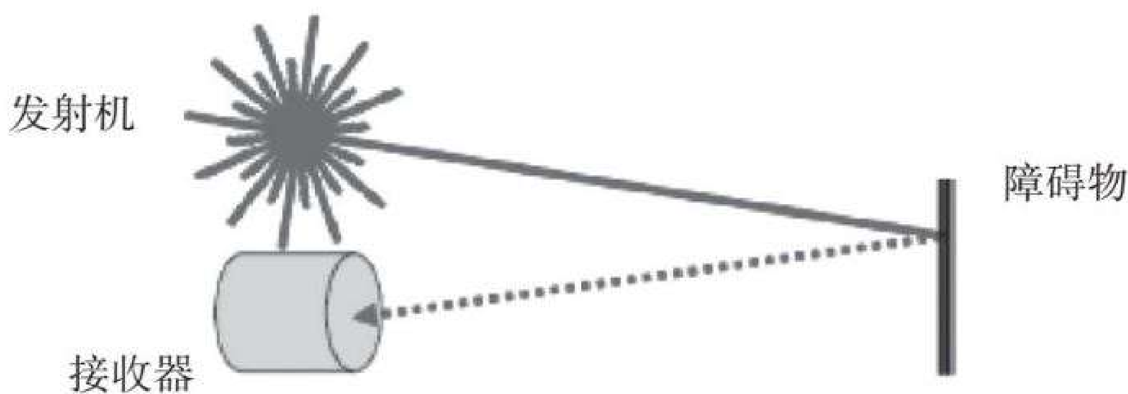


图5–23 激光雷达发射原理

资料来源：IDC，工行投行研究中心。

激光雷达的激光波长一般只有微米的量级，相比普通的雷达和毫米波雷达，其测量精度更高。而相比于摄像头，激光雷达不论在白天或是黑夜都可以使用，环境限制小。而激光雷达的测量精度与其线束的多少成正比，线束越多其价格也越昂贵。目前市场上常见的是8线束、16线束、32线束、64线束的激光雷达。目前自动驾驶一般使用的是16线束激光雷达，32线束、64线束激光雷达很难采购。

2.线下大数据库

线下大数据库主要包含三类数据库：一是模拟装置，模拟装置可用来记录场景变换；二是云，它可以处理行车记录，未来学习时间越来越短；三是机器学习，它根据模拟装置以及云的数据来学习并实时预测输出驾驶行为判断。

3.高精地图

高精度电子地图包含大量行车辅助信息，其中，最重要的是对路网精确的三维表征（厘米级精度）。比如，路面的几何结构，道路标示线的位置，周边道路环境的点云模型等。有了这些高精度的三维表征，车载机器人就可以通过比对车载GPS、IMU（惯性测量单元）、LiDAR或摄像头数据来精确确认自己的当前位置。

高精地图比传统地图有更高的实时性，它可以及时记录并反映路网的变化，如整修、道路标识线磨损及重漆、交通标示改变等。因此，它是自动驾驶中不可缺少的一部分。

4.黑匣子

黑匣子主要用于处理数据模型，根据数据库标注不同的场景。但目前的难点在于场景标注的数量是有限的，长尾的场景需要不断学习才可能更精确。库要结合专家系统情况，后面长尾的部分只能用深度学习（Deep Learning）来提高准确度。

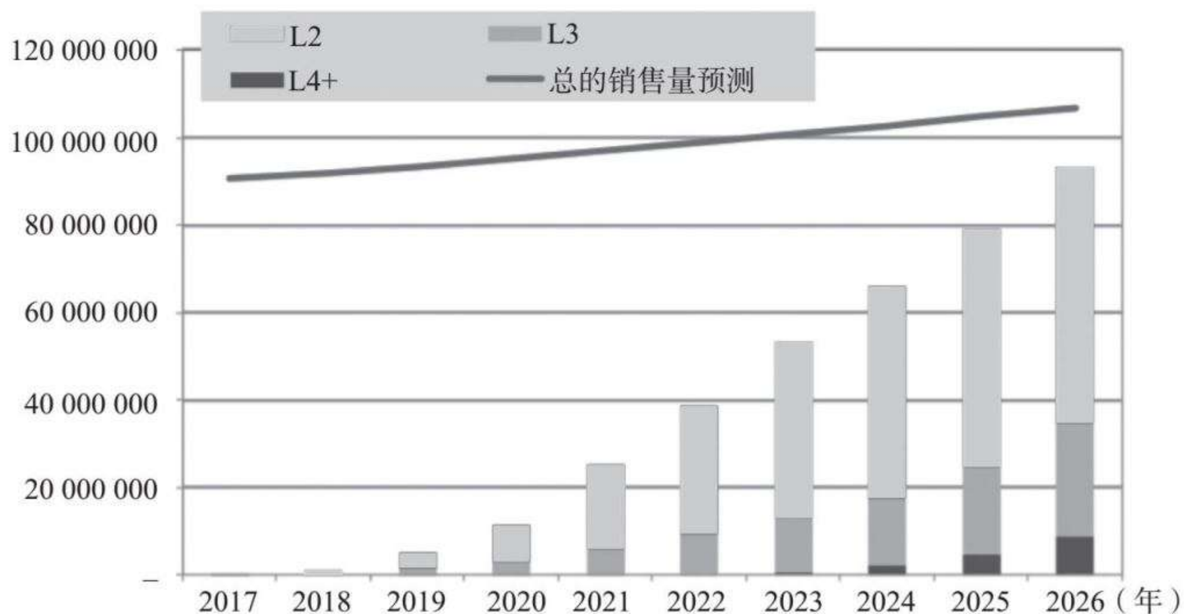


图5–24 L2~L4级别自动驾驶车辆销售预测（单位：辆）

资料来源：Navigant Research，工行投行研究中心。

五、自动驾驶投资机会

2020—2030年是由ADAS向完全自动驾驶过渡的关键时间窗口。然而，从成本和收益分析，L1和L2以20%的成本能带来80%的安全收益。完全自动驾驶全面铺开的最后障碍主要来自监管、保险责任、商业模式等。现阶段看，ADAS是5年内将要快速普及的技术。

同时，在发展路径方面，一定区域范围内的完全自动驾驶应需出行服务（automated mobility on demand service）会更快实现。以区域为限制，可以减少技术上和监管上的复杂度。在车联网外部将使用多种协议，比如Wi-Fi、4G/5G、V2V、V2I等，衍生最大的问题是安全问题。车内联网方面，传统的ECU（电子控制单元）已经不符合要求，需要改进或者使用新的方式，NVIDIA的PX－2就以一种新的方式解决该问题。同时，一级供应商在硬件上的优势依然存在，通过并购等

资本运作完善产品线是一条捷径（比如收购或入股激光雷达厂家等），但是自动驾驶技术更需要的是软件能力，类似Mobileye这样的公司值得学习。

在供给端，自动驾驶的技术研发和路测正处于由L3、L4级别向L5级别的过渡期；在需求端，消费者主要集中于搭载高级辅助系统的汽车，并且处于向高级自动驾驶过渡转换期。按照功能划分，自动驾驶主要分为两种：一是具有车联网性质的自动驾驶；二是以ADAS高级辅助系统和高精度地图的使用为主的辅助驾驶，这种辅助驾驶主要应用于L2、L3级别的车辆上，也是目前市场上的主流。Navigant Research研究报告显示，L2级别的轻型车（LDVs）2017年全球销量约为25万辆，2026年L2级别以上车辆预计为9 300万辆，而2026年全球轻型车销量预计为1.06亿辆。从图5－24中我们可以看出，L4级别车辆预计在2023年左右将实现规模化量产，而L2和L3级别车辆在2019年左右开始出现规模化量产。

我们对自动驾驶技术的判断如下：①传感器，技术上已经成熟，现在主要是等待成本下降，特别是LiDAR的成本；②决策部分正在持续进化中，包括深度学习的应用（需要大量数据和试验来不断训练提高）以及信息安全的进步；③汽车制动方面，ECU将是重大的变革部分。因此，自动驾驶的投资机会主要分布在以下几个市场。

1.ADAS传感器市场

传感器是自动驾驶中的必备构件，因此ADAS传感器将呈现成本不断下降，需求刚性增加的明确趋势。这是一个自动驾驶众多细分市场中非常确定性的结构机会。激光雷达方面创新企业如Velodyne、禾赛科技等，毫米波雷达或摄像头方面如中科慧眼、Uhnder等公司也正在引起资本市场关注。

2.一级供应商（Tier1）

准确来讲，一级供应商是指有自动驾驶赋能实施能力的一级供应商。这类公司中，既有传统一级供应商，也有ADAS一级供应商以及以创新企业为主的L3、L4一级供应商。自动驾驶汽车在未来的演进升级过程中，离不开自动驾驶一级供应商的支撑，这也是一个确定性的市场机会。相关企业如下：

车联网Tier1：德赛西威、博泰等。

ADAS级别Tier1：苏州智华等公司。

L3级别及以上Tier1公司还没有成长出来，目前国外以谷歌的Waymo为代表，国内则是以百度的Apollo为代表，它们在市场生态中起到类似的作用。

3.OEM车厂

在自动驾驶和新能源汽车发展的大趋势下，由于燃油技术路线的传统车企对此领域反应较慢，这给OEM（原始设备制造商）创新企业带来难得的创新空间。美国特斯拉是一个此领域的典型企业代表。国内企业如蔚来汽车、威马汽车、小鹏汽车等都是出色的以特斯拉为标杆的企业，得到资本市场的高度关注和认可。

4.出行及物流服务

自动驾驶为共享经济和分时租赁的商业模式带来效率提升的可能。随着自动驾驶技术向L4方向演进，消费者对汽车的购买和拥有的习惯，将逐步让位于使用更加便捷的出行服务。货车物流等领域与自动驾驶结合紧密。面对这个机会市场，多方企业已经参与竞争，我们非常看好这个大的服务领域。例如：

移动出行：创新企业有中国的滴滴出行、美国的优步、东南亚的Grabtaxi等，已经是明星企业。

分时租赁：传统租车公司和自动驾驶有很好的协同作用，例如一嗨租车、神州租车、Hertz（赫兹国际租车）等。另外一类企业值得关

注，即传统汽车主机厂布局参与的公司：戴姆勒Car2Go、宝马DriveNow、吉利“曹操专车”、首汽Gofun、上汽EVCARD、力帆盼达等。

物流运输企业：自动驾驶有利于对物流效率的提升，中国物流市场空间巨大，效率提升潜力极大。我们看好货车帮、运满满、G7（总部位于北京的一家智慧物联公司）等公司的定位。

特定场景自动驾驶公司：由于自动驾驶从L2到L4是一个渐进的过程，因此自动驾驶的商业落地也不是一蹴而就的，而是通过在相对特定场景下开始，逐步拓展到全场景。例如通勤车、作业车适用于办公园区、工业园区、景区、校园等限定场景，这些都是自动驾驶技术成熟后近期可以落地的场景，中国出现了很多优秀的创新企业，例如智行者、驭势科技、图森未来等。

5.人工智能芯片

自动驾驶令传统车载摄像头以及车载电脑（ECU）的硬件计算能力无法满足深度学习算法的需要，拥有更高运算力、更高数据传输带宽的计算平台，人工智能芯片环节无法绕开。深度学习更高性能功耗需求使国内厂商有机会开发支持自动驾驶汽车相关专用型芯片的机会，有望突破英特尔和英伟达对市场的垄断。国内此领域的优秀创新企业包括寒武纪、地平线、深鉴科技等，这类企业如果近期能实现流片成功，将可获得更多资本的追捧。

第六章

新三板：独角兽的策略



第一节
整体思路

新三板市场最根本的功能是服务实体经济，尤其是在提升中小微企业融资能力、规范运营等方面具有较为突出的作用。一方面，由于小微企业存在信用能力不足、经营不规范、财务不健全等风险特征，导致金融机构在提供融资服务时信息不对称程度大，面临风险高，而新三板市场可以较好地解决小微企业经营规范性和信息不对称的问题；另一方面，作为一个全国性的公开市场，新三板为投资者和企业之间搭建了一座信息的“桥梁”，可有效降低市场参与者的信息搜寻成本。

2015—2017年，新三板每年定增募集金额在1 000亿元以上，这与二级市场缺乏流动性的特点形成了鲜明的对比。当前机构投资者参与新三板定增的主要逻辑是看好企业的IPO或被上市公司收购的预期。因此，Pre－IPO与被并购成为新三板股权投资主旋律。而随着证监会鼓励人工智能、云计算、生物科技、高端制造等新经济领域独角兽企业进入A股市场，优质的新三板企业进入A股市场的可能性进一步提升。

我们认为，对于新三板市场优质企业的筛选，可以主要从创新层和做市企业进行筛选。

一、创新层企业

总体来看，创新层企业的盈利区间集中在0~6 000万元，也不乏具有良好盈利能力的企业，其中有20家企业2017年净利润在2亿元以上，

例如华强方特、合全药业、英雄互娱、颖泰生物、成大生物等，另外有27家企业净利润在1亿~2亿元（见图6－1）。

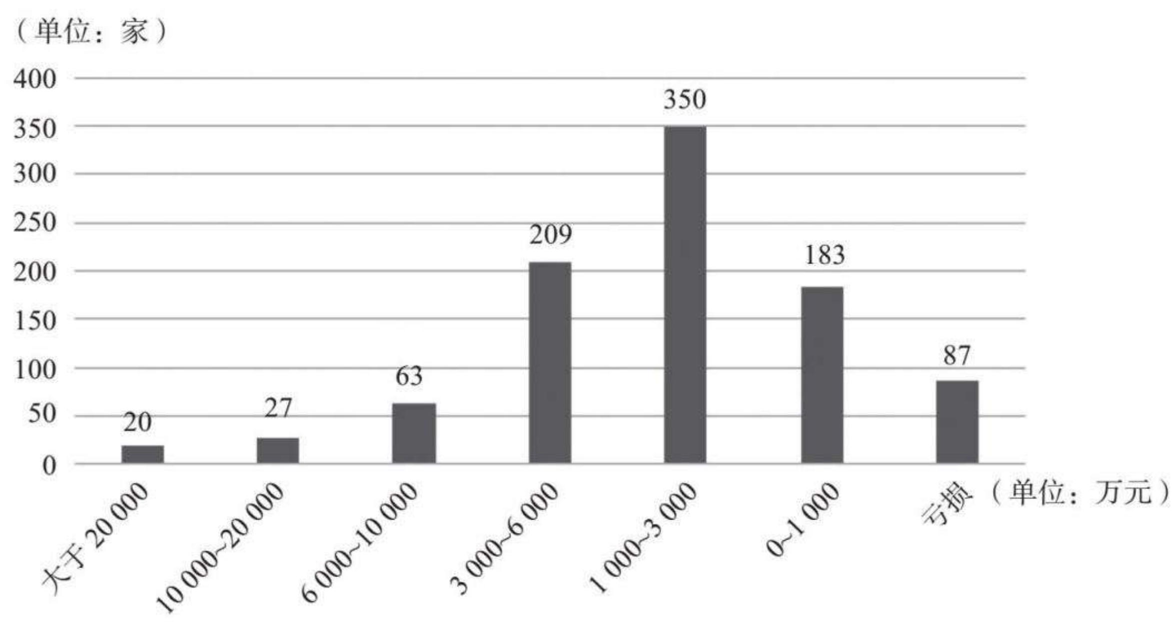


图6–1 创新层企业2017年净利润分布情况

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

创新层企业普遍具有较高的成长性。从营业收入来看，2015—2017年创新层企业营业收入复合增长率超过100%的企业共有54家，另有176家企业的复合增长率在50%~100%（见图6－2）；从净利润来看，2015—2017年创新层企业净利润复合增长率超过100%的企业共有103家，另外有126家企业的复合增长率在50%~100%（见图6－3）。高成长性使得创新层企业在股权投资方面更具有投资价值。

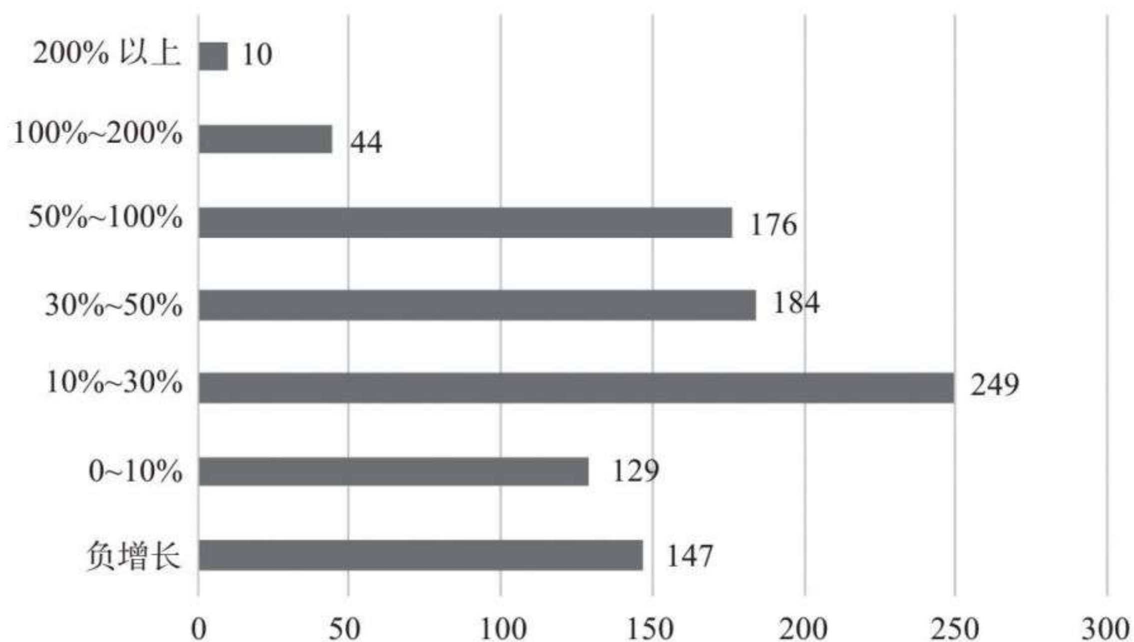


图6–2 创新层企业2015—2017年营业收入年均复合增长率情况

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

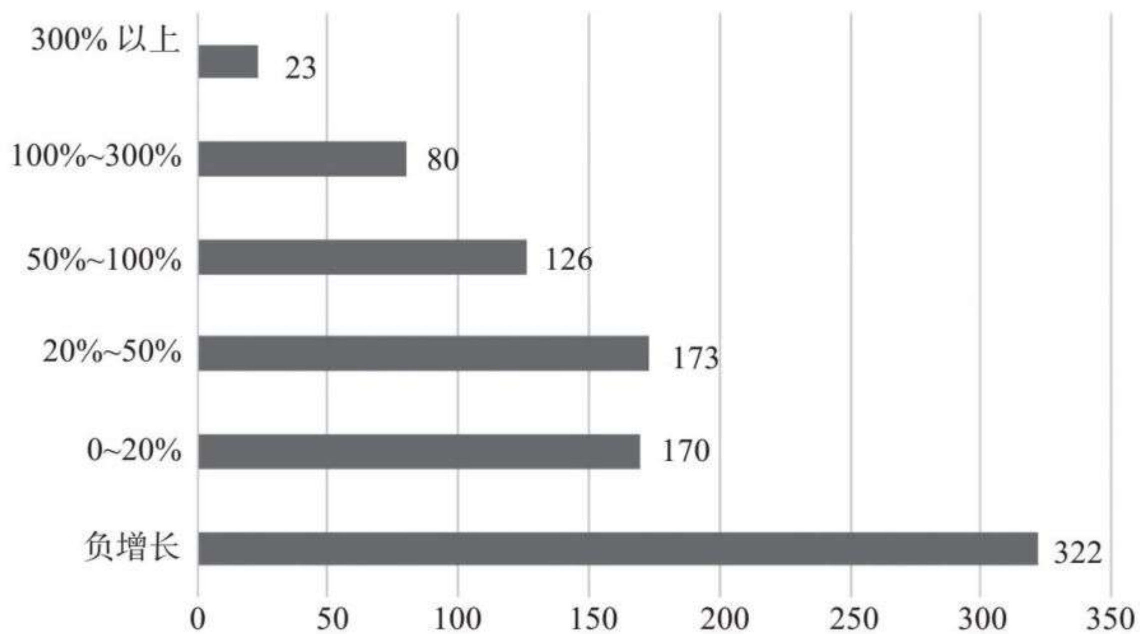


图6–3 创新层企业2015—2017年净利润年均复合增长率情况

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

创新层企业所具备的盈利能力和成长性，为商业银行在新三板市场开展股权类投行业务提供了可行性。对于投资标的的筛选，可以通过对净利润水平、成长性水平设置条件。

二、做市企业

截至2018年6月1日，新三板共有1 267家企业采用做市转让方式。其中，联讯证券、华强方特、成大生物的做市商超过40家，分别为53家、47家、45家，圣泉集团、蓝山科技的做市商分别为31家、30家，另外有6家企业的做市商达到了20家及以上。总体来看，近67%的企业做市商不超过5家，而有8%的企业做市商达到或超过10家。

从做市商企业行业分布来看，超过10家做市商的企业行业重点集中在制造业和信息、软件、技术服务业，另外文化体育娱乐业、现代服务业及现代农业领域也有一定分布（见表6－1）。

表6–1 做市商企业行业分布情况

行业	20 家及以上	10–19 家	6–9 家	2–5 家	总计
金融业	1	1	7	9	18
文化、体育和娱乐业	1	3	9	14	27
制造业	7	43	129	451	630
信息传输、软件和信息技术服务业	2	26	56	179	263

行业	20家及以上	10–19家	6–9家	2–5家	总计
交通运输、仓储和邮政业	–	2	4	12	18
水利、环境和公共设施管理业	–	2	5	10	17
批发和零售业	–	3	11	31	45
建筑业	–	2	12	34	48
电力、热力、燃气及水生产和供应业	–	1	5	5	11
租赁和商务服务业	–	2	16	43	61
农、林、牧、渔业	–	4	9	15	28
科学研究和技术服务业	–	3	10	39	52
采矿业	–	1	–	3	4
卫生和社会工作	–	–	3	1	4
房地产业	–	–	5	9	14
教育	–	–	3	2	5
居民服务、修理和其他服务业	–	–	2	3	5
住宿和餐饮业	–	–	–	1	1
总计	11	93	286	861	1 251

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

做市企业收入规模及盈利情况与做市商数量呈现明显的正相关性。做市商数量越多，企业的营业收入和净利润水平越高。拥有20家

以上做市商的企业，2017年的平均营业收入和净利润分别为131 045.98万元、21 162.93万元，随着做市商数量的减少，平均营业收入和净利润水平也随之减少。如图6－4所示。

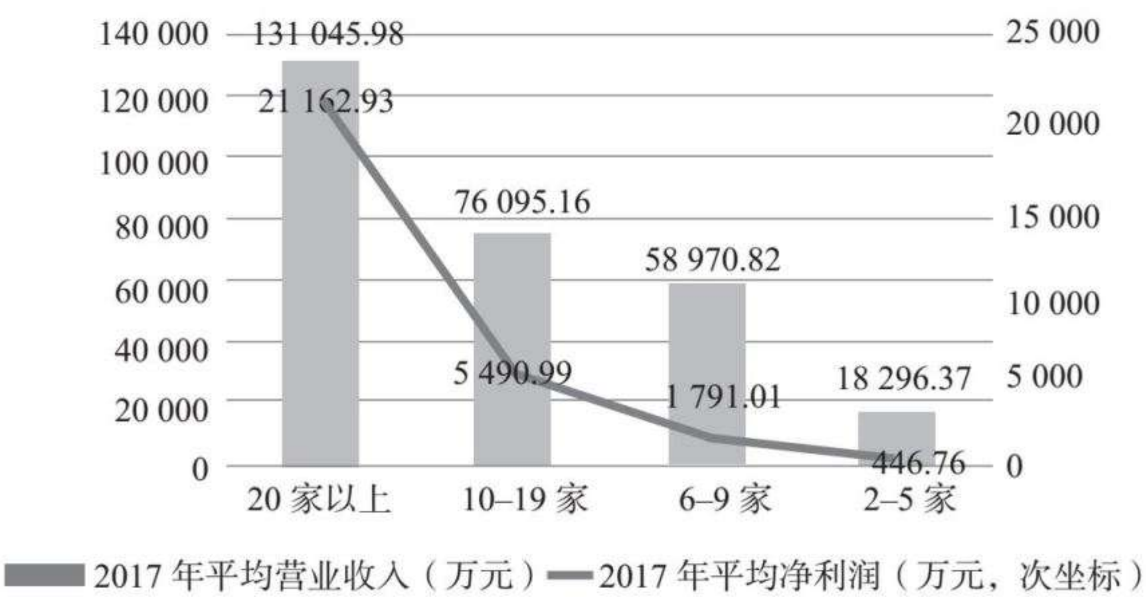


图6–4 2017年做市商数量与企业盈利情况

资料来源：wind，工行投行研究中心。

做市企业负债率与做市商数量同样呈现出较为明显的相关性。做市商数量越多，企业的资产负债率越低。如图6－5所示。

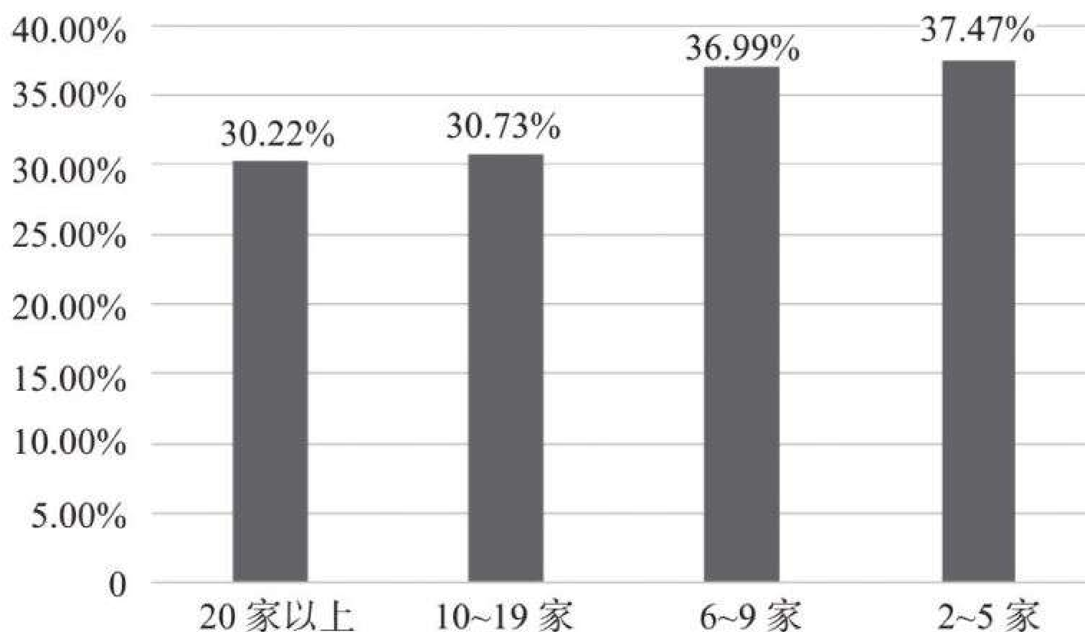


图6–5 2017年做市商家数与企业资产负债率情况

资料来源：wind，工行投行研究中心。

从企业的收入规模、盈利情况、资产负债率情况来看，做市商无形的“选票”是有效的，我们认为做市商数量的多少，可以作为商业银行投行业务进行客户筛选的一个重要依据。

通过对创新层企业以及做市企业进行分析，我们认为市场自身的分层制度和交易制度均可以为商业银行选择目标客户提供参考。其中，做市商数量较多的企业以及创新层中具有高盈利能力和高成长性的企业可以作为股权直投业务的重点发展客户。

第二节
新三板中独角兽分析

一、高端制造

高端制造业成为近年来中央着力培育和推动的产业重点，之所以当前高端制造是重点，我们认为主要有两个方面的原因和背景。一是我国制造业产业升级的必然需要。虽然目前我国已成为全球最大的制造业基地，已形成门类最为齐全的工业品生产体系，但与西方国家相比，我国制造业整体竞争力偏弱是不争的事实。多数工业产品都存在结构性产能过剩问题，即表现为高端产能不足，中低端产能过剩。如果说改革开放后的四十年是我国工业规模由小到大的过程，那么下一个四十年必然是我国工业由弱到强的转变。同时从国际环境来看，西方发达国家正在通过工业4.0、工业互联网产业革命方式试图在下一轮产业升级中形成对我国制造业的代际优势，继续保持在高端制造业方面对我国的压倒性优势地位。而越南等发展中国家凭借劳动力成本优势则逐步蚕食我国中低端市场，因此若不进行产业升级，不实施新旧动能转换，我国制造业将面临巨大的危机。二是补短板的必然要求。我国制造业在过去一段时期取得了举世瞩目的成就，但我们必须看到，在重型卡车、客车、白色家电、装备制造业等我国已占有一定优势的产业中，最底端和最核心的部件仍然是短板，对外依赖严重，如机床产业中的核心部件数控系统，汽车中的发动机、变速箱，大型装备中的轴承件、专用泵、专用阀门等。因此我国制造业要完全实现自主制造，摆脱对外部的依赖，则必须实现补短板。

基于以上背景，我们认为在高端制造中寻找独角兽企业应从两个方向入手：一是沿着产业升级的指导思路寻找那些能提升制造业整体竞争力的企业；二是从补短板的角度出发，寻找立足于核心基础功能部件生产的先进企业。

二、智能交通

首先从政策层面考虑，分析出智能交通哪些细分领域发展前景较好，然后在各细分领域里寻找优质公司。我国智能交通行业发展与政府在政策层面的大力支持密切相关，我国政府先后发布了《交通运输科技“十三五”发展规划》《交通运输信息化“十三五”发展规划》《推进“互联网+”便捷交通促进智能交通发展的实施方案》（见表6－2）。在这些政策的推动下，我国智能交通将真正进入产业化、规模化发展阶段，围绕智能交通应用将形成一个庞大的产业链，将为相关行业带来千亿元市场商机，并将催生出50亿元甚至100亿元体量级的企业。整体而言，我国智能交通行业存在较好的发展前景，具备较多的投资机会。

表6–2 智能交通政策趋势

	“十一五”	“十二五”	“十三五”
发展	重要活动带动的城市轨道交通发展	完善国家公路网，加快城际干线建设、科学制定城市轨道交通技术路线	迈入全面联网、业务协同、智能应用的新阶段
关注点	解决方案评估	增量收益大小	大数据和信息安全
主要政策	《关于促进高速公路应用联网电子不停车收费技术的若干意见》	《2012–2020 年中国智能交通发展战略》	《推进“互联网 +”便捷交通 促进智能交通发展的实施方案》

资料来源：Wind，工行投行研究中心。

三、新能源

根据新三板在线研究中心的统计，目前新三板上除了江苏新能外，按照证监会的行业分类，属于“电力供应”行业的企业有31家，涉及光伏、风能、水电、生物质等新能源发电业务。从业务类型角度看，光伏企业数量最多，有20家，其次是生物质能发电企业5家，水电和风能则各占4家和2家。

2016年度新三板光伏企业的平均营收为3.07亿元，大幅高于水电、生物质能和风能企业的平均营收。四个细分行业的平均营收之所以相差较大，主要原因是不同细分行业要素禀赋的差异。光伏发电是目前普通老百姓接触最多的环保能源之一，小到太阳能电池，大到太阳能热水器，只要有阳光的充足照射，就能成为光伏发电的地方，而风能发电和水力发电则受到场地资源的限制。同样，影响生物质能发电的原料供应问题，也是限制生物质能发展的重要瓶颈，例如生物质发电主要依靠秸秆、花生壳、餐厨垃圾等，但这种资源对周围环境的要求特别高。从营收排名情况来看，2017年营收过亿的企业里，光伏企业占据了15席，优势明显，另外有3家是生物质能发电，1家是风能企业。

从未来能源的结构比例来看，使用可循环的再生性能源已是大势所趋，世界各国纷纷将新能源作为自己国家重要的能源战略来发展。而通过多年的追赶，2015年亚太地区已经占据了全球光伏市场59%的市场份额，连续三年排行第一，其中中国和印度为主要份额国家。

随着经济发展，未来中国的能源结构也将进一步优化。根据欧盟联合研究中心预测，到2030年，可再生能源在总能源结构中将占到30%以上，而太阳能光伏发电在世界总电力供应中的占比也将达到10%以上；到2040年，太阳能光伏发电将占总电力的20%以上；到21世纪末，光伏发电将占到60%以上。由此可见，在众多新能源中，光伏的发展任务最重，竞争也最为激烈，但同时蕴藏的机会也更多。

四、工业互联网

2018年是工业互联网的开局之年，政府工作报告明确提出发展工业互联网平台，释放了强烈的政策信号。通俗来讲，如果把工业互联网比作一个鸡蛋，最外层的蛋壳就是我们常说的工业互联网边缘层（IaaS），这个边缘层主要负责连接外部设备端并获取数据；中间蛋清部分就是平台层（PaaS），即工业互联网平台，边缘层采集的大数据将送至平台层进行分析和加工，是一个深度学习的过程；分析后将进入蛋黄部分，也就是企业应用层面（SaaS），这个层面将根据不同的场景通过工业App端进行分叉应用，相关的数据又再次返回边缘层，周而复始形成一个大的闭环。

从目前细分市场来看，我国工业互联网已经在网络、平台和安全三个方面形成了相对健全的垂直细分领域，特别是工业互联网平台在航空航天、武器制造、船舶加工、钢铁冶金、家电制造、重型机械、轨道交通、石油石化、光伏发电等垂直领域应用实例较多，已经具备了与垂直行业深度结合的生态体系，最突出的特点是通过对流程制造中设备、物料、生产线等的实时优化、维护和监控，大大降低产品的设计—研发—生产—交付的周期、生产流程以及不良品率，很多垂直行业已经形成了生产—交付零库存周转。

据中国工业互联网产业联盟测算，2017年中国工业互联网直接产业规模约为5 700亿元，预计2017—2019年，产业规模将以18%的年均增速高速增长，到2020年将达到万亿元级别。但是，我国工业互联网发展仍处于产业初期，好的平台型企业都植根于传统装备行业，比如2018年1月完成融资的树根互联源于三一集团，徐工信息则源于徐工机械。在这个初期阶段，工业互联网平台需要大量的数据资源，背靠装备制造龙头企业能够获得较好的协同效应，因此工业互联网平台企业无论是在A股市场上市还是登陆新三板，都面临关联交易问题。在关联交易方面，新三板市场乃至A股市场都遵循合理化、市场化、公允化原则，只要关联交易严格遵循市场化原则，定价公允，未损害公司的利

益及独立性，并且不存在对单一客户的重大依赖，即不存在对单一客户销售比例超过50%的情形就可以通过审查。

从新三板市场目前的情况来看，专门以工业互联网平台为主营业务的企业仅有一家，其余均为工业互联网关联企业或细分领域下的企业，包括与工业互联网息息相关的物联网、工业软件（工业App）等。

首先，工业互联网本身就是物联网在工业领域的应用，其中绝大多数为国家高新技术企业。

其次，工业互联网离不开工业软件，可以说工业软件也是工业互联网利润最高的部分，特别是工业软件提供的增值服务利润率远高于软件本身，而系统集成由于属于工业互联网最下游企业，行业分散度高并且竞争较为充分，利润极低，本文不再过多介绍。

最后，工业互联网的发展还离不开网络和安全企业。目前，安全企业的发展速度尚不及工业互联网平台企业，上市安全企业中，启明星辰、卫士通、绿盟科技等市场表现较好。网络方面，毫秒级的网络接入速度将会为工业互联网低延时特性注入新的动能，但网络企业目前以三大运营商为主，5G的应用和接入服务将是中小网络企业的增长点。

五、医药

由于医药及医疗行业的需求刚性和弱周期性特点，使得该行业出现独角兽的数量并不会很多；但同时，由于其具有人才科技密集型特征，该行业又是最容易出现独角兽的领域。在该行业中，制药类的创新药、器械类的体外诊断以及医药研发外包等三个领域的细分龙头企业具有变身独角兽的潜力。

创新药领域面对的市场空间大，容易出现大品种，附加值高且盈利能力强。政策层面一直支持和鼓励企业创新，2018年政府工作报告

再度强调创新，具体指出国家科技投入要向民生领域倾斜，加强癌症等重大疾病防治攻关，使科技更好造福人民，体现中央政府层面对于生物医药领域创新的重视，有望鼓励肿瘤药等重要病种领域在新的一年实现研发上的持续突破。

在医疗器械领域，体外诊断成为增长速度最快、占比最大的医疗器械细分领域，市场保持约20%的高增长，平均毛利率达到60%。在资本市场的关注下，行业整合也在加速。在该领域选择标的的逻辑是：在进口替代的核心基础上，以技术突破为抓手，对接精准医疗。

在研发及生产外包领域，由于医药研发周期长、投入高、风险大，越来越多的企业选择将研发阶段外包出去，以提高新药研发速度、节省研发成本。在国内，该领域内企业规模较小，数量大概在500多家，技术优势、人才团队及客户群体是主要竞争力。

结语

中国工商银行投资银行部一直是国内商业银行发展投资银行业务的范本和参照。作为行业领先者，中国工商银行投资银行部一直致力于用专业的视角和创新的产品服务中国新经济。

为满足客户全方位、综合化的金融需求，发挥投资银行研究对客户决策的支持作用，中国工商银行于2008年组建了国内银行同业中第一个真正意义上的投资银行分析师团队——投资银行部研究中心，它的组建也是中国工商银行改制上市之后向综合化金融服务企业转型的重要一步。

新的金融形势，新的监管态势，对投研一体中的重要环节——投行研究，提出了更高的要求。本书以工商银行投资银行部研究中心分析师的观点为主，结合高特佳、国投创新、武岳峰、百度资本、华盖资本和宽带资本等顶级私募基金的多年投资智慧，希望能为读者提供全新的视角和启发。

编者

2018年6月